

2020

식품업종 온실가스 감축 가이드북

- 1 식품업종 에너지 경영 현황
- 2 식품분야 유틸리티 온실가스 감축
- 3 주요 에너지 절약 대책 & 사례
- 4 중소농식품기업 지원사례



2020 식품업종
온실가스 감축
가이드북



농림축산식품부



한국농업기술진흥원
Korea Agriculture Technology Promotion Agency

CONTENTS

2020 식품업종 온실가스 감축 가이드북

1. 식품업종 현황 및 국내외 기후변화 동향 _2

1.1. 식품기업 업종 분류	2
1.1.1 국내 식품업종 규모	4
1.1.2 세계 식품시장 규모	8
1.1.3 식품업종 특징	9
1.2 식품업종 에너지 소비 현황	11
1.2.1 식품업종 에너지 소비 특징	11
1.2.2 식품업종 에너지 소비 현황	12
1.3 식품업종 온실가스 배출현황	13
1.3.1 식품업종 전체 온실가스 배출현황	13
1.3.2 식품업종 규제기업 온실가스 배출현황	14
1.4. 국내외 기후변화 동향	15
1.4.1 국내 온실가스 배출현황	15
1.4.2 국가별 온실가스 배출량	16
1.4.3 국내외 기후변화 대응동향	17
1.4.4 국내 온실가스 감축정책 및 제도	19

2. 식품업종 유틸리티 온실가스 감축 방안 _26

2.1 보일러	26
2.1.1 보일러의 종류	27
2.1.2 보일러의 에너지 절약 포인트	31
2.1.3 보일러의 선정	33
2.2 냉동기	34
2.2.1 냉동기의 종류	35
2.2.2 냉동기의 에너지 절약 포인트	41
2.2.3 냉동기의 선정	43
2.3 공기압축기	44
2.3.1 공기압축기의 분류	45
2.3.2 공기압축기의 에너지 절약 포인트	51
2.3.3 공기압축기의 선정	52
2.4 공기조화	53
2.4.1 공기조화의 선정	54
2.4.2 공기조화의 에너지 절약 포인트	58

3. 식품업종 온실가스 감축 지원사업 _61

3.1 지원사업개요	61
3.1.1 배출권거래제 온실가스 감축지원 사업	61
3.1.2. 식품업종 목표관리제 온실가스 감축 지원사업	67
3.2 식품업종 온실가스 감축 지원 사례(2019~2020년)	72
3.2.1 보일러	72
3.2.2 냉동기	82
3.2.3 공기압축기	88
3.2.4 폐수처리장	111
3.2.5 기타	116

4. 온실가스 감축수단 발굴 컨설팅 지원사업 사례 _143

4.1 지원사업 개요	143
4.1.1 식품업종 목표관리제 온실가스 감축수단 발굴 컨설팅	143
4.1.2. 중소농식품기업 온실가스·에너지 감축지원 사업	145
4.2 주요 감축수단 발굴 사례	147



1.

식품업종 현황 및 국내외 기후변화 동향



1.1. 식품기업 업종 분류

- 저탄소 녹색성장 기본법에 따라 농림축산식품부가 온실가스 배출량 및 에너지 소비량을 측정·보고·검증이 가능한 방식으로 목표를 설정·관리 해야 하는 소관 부문은 농업·임업·축산·식품 분야이며 그 중 식품 분야는 표준산업분류 중분류 코드 10~12에 해당하는 업종으로 식료품 제조업(10), 음료 제조업(11), 담배제조업(12)이 이에 해당한다.

[표 2] 음식료품·담배 표준산업분류(KSIC)

중분류	소분류	세분류	세세분류
식료품 제조업 (10)	도축, 육류 가공 및 저장 처리업(101)	도축업(1011)	• 육류 도축업, 가공육 도축업
		육류 가공 및 저장 처리업(1012)	• 가공육 가공 및 저장 처리업, 육류 포장육 및 냉동육 가공업, 육류 기타 가공 및 저장 처리업
	수산물 가공 및 저장 처리업(102)	수산동물 가공 및 저장 처리업(1021)	• 수산동물 훈제, 조리 및 유사 조제식품 제조업, 수산동물 건조 및 염장품 제조업, 수산동물 냉동품 제조업, 기타 수산동물 가공 및 저장 처리업
		수산식물 가공 및 저장 처리업(1022)	• 수산식물 가공 및 저장 처리업
	과실, 채소 가공 및 저장 처리업(103)	과실, 채소 가공 및 저장 처리업(1030)	• 김치류 제조업, 과실 및 그 외 채소 절임식품 제조업, 기타 과실·채소 가공 및 저장 처리업
	동물성 및 식물성 유지 제조업(104)	동물성 및 식물성 유지 제조업(1040)	• 동물성 유지 제조업, 식물성 유지 제조업, 식용 정제유 및 가공유 제조업
	낙농제품 및 식용 빙과류 제조업(105)	낙농제품 및 식용 빙과류 제조업(1050)	• 액상 시유 및 기타 낙농제품 제조업, 아이스크림 및 기타 식용 빙과류 제조업
	곡물 가공품, 전분 및 전분제품 제조업(106)	곡물 가공품 제조업 (1061)	• 곡물 도정업, 곡물 제분업, 곡물 혼합 분말 및 반죽 제조업, 기타 곡물 가공품 제조업
		전분제품 및 당류 제조업(1062)	• 전분제품 및 당류 제조업
	기타 식품 제조업 (107)	떡, 빵 및 과자류 제조업(1071)	떡류 제조업(10711)
설탕 제조업(1072)			• 설탕 제조업
면류, 마카로니 및 유사 식품 제조업(1073)		면류, 마카로니 및 유사 식품 제조업(1073)	• 면류, 마카로니 및 유사 식품 제조업
		조미료 및 식품 첨가물 제조업(1074)	• 식초, 발효 및 화학 조미료 제조업, 천연 및 혼합 조제 조미료 제조업, 장류 제조업, 기타 식품 첨가물 제조업
도시락 및 식사용 조리 식품 제조업(1075)		• 도시락류 제조업, 기타 식사용 가공처리 조리식품 제조업	
기타 식료품 제조업 (1079)	• 커피 가공업, 차류 가공업, 수프 및 균질화식품 제조업, 두부 및 유사 식품 제조업, 인삼식품 제조업, 건강 보조용 액화식품 제조업, 건강 기능식품 제조업, 그 외 기타 식료품 제조업		
동물용 사료 및 조제식품 제조업(108)	동물용 사료 및 조제식품 제조업(1080)	• 배합 사료 제조업, 단미사료 및 기타 사료 제조업	
음료 제조업 (11)	알코올 음료 제조업 (111)	발효주 제조업(1111)	• 탁주 및 약주 제조업, 맥아 및 맥주 제조업, 기타 발효주 제조업
		증류주 및 합성주 제조업(1112)	• 주정 제조업, 소주 제조업, 기타 증류주 및 합성주 제조업
비알코올 음료 및 얼음 제조업(112)	비알코올 음료 및 얼음 제조업(1120)	• 얼음 제조업, 생수 생산업, 기타 비알코올 음료 제조업	
담배 제조업 (12)	담배 제조업(120)	담배 제조업(1200)	• 담배제품 제조업, 기타 국제 및 외국기관

* 출처 : 통계분류 포털(kssc.kostat.go.kr) 제10차 한국표준산업분류표

1.1.1 국내 식품업종 규모

- 통계청의 전국사업체조사 결과에 따르면, 식품업종 제조업과 음료 제조업, 담배제조업의 2018년 기준 사업체 수는 61,635개이고, 제조업에 차지하는 비중은 14.1%이다.

[표 3] 시도·산업·사업체구분별 사업체수(2014~2018)

대분류	중분류	소분류	사업체 수					
			2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	
전 산업(1~96)			3,812,820	3,874,167	3,950,169	4,019,872	4,103,172	
제조업 (C) (10~34)	제조업(10~34) 총계(A)		397,171	413,849	430,948	433,684	437,024	
	10 식품 제조업	101 도축, 육류 가공 및 저장처리업	2,055	2,243	2,371	2,417	2,722	
		102 수산물 가공 및 저장 처리업	3,626	3,612	3,656	3,715	3,906	
		103 과일, 채소 가공 및 저장 처리업	2,849	3,089	3,620	3,900	4,396	
		104 동물성 및 식물성 유지 제조업	3,265	3,257	3,332	3,416	3,313	
		105 낙농제품 및 식용빙과류 제조업	210	231	233	244	247	
		106 곡물가공품, 전분 및 전분제품 제조업	5,680	5,482	5,520	5,581	5,764	
		107 기타 식품 제조업	37,774	37,735	38,168	38,530	38,723	
		108 동물용 사료 및 조제식품 제조업	808	841	834	850	1,000	
	11 음료 제조업	111 알콜음료 제조업	935	955	926	925	980	
		112 비알콜음료 및 얼음 제조업	509	509	511	511	569	
	12 담배 제조업	120 담배 제조업	19	16	14	14	15	
	식품, 음료, 담배 제조업 합계(B)			57,730	57,970	59,185	60,103	61,635
	식품, 음료, 담배 제조업 비중 (비중B/A)			14.54%	14.01%	13.73%	13.86%	14.10%

- 출처 : 통계청, 전국사업체조사, 시도·산업·종사자구분별 사업체수, 종사자수(2014~2018)

- 식품업종 제조업과 음료 제조업, 담배제조업의 2018년 종사자 수는 361,747명이고, 제조업에 종사자에 차지하는 비중은 8.8%이다.

[표 4] 시도·산업·사업체구분별 종사자수(2014~2018)

대분류	중분류	소분류	종사자 수 (명)					
			2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	
전 산업(1~96)			19,899,786	20,889,257	21,259,126	21,626,904	22,234,776	
제조업 (C) (10~34)	제조업(10~34) 총계(A)		3,957,394	4,042,960	4,097,338	4,103,986	4,105,871	
	10 식품 제조업	101 도축, 육류 가공 및 저장처리업	41,773	42,894	44,718	45,523	49,096	
		102 수산물 가공 및 저장 처리업	39,093	40,451	40,552	40,362	41,340	
		103 과일, 채소 가공 및 저장 처리업	24,245	24,980	29,999	27,905	26,745	
		104 동물성 및 식물성 유지 제조업	7,592	7,664	7,862	7,960	7,960	
		105 낙농제품 및 식용빙과류 제조업	10,515	10,525	10,414	10,503	10,749	
		106 곡물가공품, 전분 및 전분제품 제조업	21,773	21,739	22,344	22,382	23,641	
		107 기타 식품 제조업	149,939	154,376	160,646	162,017	168,671	
		108 동물용 사료 및 조제식품 제조업	10,662	10,793	10,776	10,783	10,968	
	11 음료 제조업	111 알콜음료 제조업	8,867	9,123	9,331	8,996	9,423	
		112 비알콜음료 및 얼음 제조업	8,750	9,019	9,524	9,644	10,578	
	12 담배 제조업	120 담배 제조업	2,173	2,076	2,086	2,379	2,576	
	식품, 음료, 담배 제조업 합계(B)			325,382	333,640	348,252	348,454	361,747
	식품, 음료, 담배 제조업 비중 (비중B/A)			8.22%	8.25%	8.50%	8.49%	8.81%

- 출처 : 통계청, 전국사업체조사, 시도·산업·종사자구분별 사업체수, 종사자수(2014~2018)

- 2018년 한국은행 국민계정에 따르면 제조업 부가가치(GDP) 505.6조 원 중 음식료품 및 담배 제조업(23.4조 원)은 4.6% 차지한다.

[표 5] GDP에서 식품업종이 차지하는 비중

(단위 : 10억 원, 명목기준, %)

구분	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
전 산업	1,500,819	1,562,929	1,658,020	1,740,780	1,835,698	1,898,193
제조업(A)	417,015	422,654	441,134	458,831	494,645	505,650
음식료품,담배업(B)	17,728	18,686	20,344	21,431	22,042	23,356
(비중B/A)	4.3%	4.4%	4.6%	4.7%	4.5%	4.6%

출처 : 한국은행 국민계정

주 1) 한국은행에서는 음식료품과 담배제조업을 분리하여 공표하지 않음

- 2018년 음식료품·담배제조업의 시장 규모(총산출액 기준)는 124.3조 원으로 2009년 86.9조에 비해 30% 증가(2009~2018년 평균 3.9% 증가)하였다. 음식료품·담배제조업의 부가가치는 2018년 23.4조 원으로 전체산업(국내 총 부가가치 대비 비중) 중에서 1.3% 차지한다.

[표 6] 총산출 및 부가가치와 비교(국민계정)

(단위 : 조원, %, 명목 기준)

구분	2009년	2016년	2017년	2018년	
국내 전체산업 산출액	2,797	3,808	4,043	4,208	
제조업	산출액	1,295.6	1,658.8	1,769.2	1,828.2
	비율	46.3%	43.6%	43.8%	43.4%
음식료품 ¹⁾	산출액	86.9	114.2	119.4	124.3
	비율	3.1%	3.0%	3.0%	3.0%
국내 전체 부가가치 ²⁾	1,098.6	1,593.1	1,679.0	1,736.5	
제조업	부가가치	310.7	458.8	494.6	505.7
	비율	28.3%	28.8%	29.5%	29.1%

음식료품 ¹⁾	부가가치	15.1	21.4	22.0	23.4
	비율	1.4%	1.3%	1.3%	1.3%

출처 : KOSIS(통계청, 경제활동별 국내총부가가치와 요소소득(명목, 연간) - 한국은행, 「국민계정」, 2021.1.14.

주 1) 한국은행의 산업구분체계상 담배 제조업이 포함

2) 한국은행의 「국민계정」 중 '경제활동별 국내총부가가치와 요소소득(명목, 연간)' 지표는 한국은행의 산업구분체계상 도소매업과 음식·숙박업을 포함하여 공표함

- 2019년 식품산업 설비투자비용은 2.8조 원으로, 국내제조업 설비투자 대비 식품산업 투자금액은 3.6%를 차지하고 있다.

[표 7] 경제활동별 설비투자(명목, 연간)

(단위 : 10억원, 명목기준, %)

분류	2015	2016	2017	2018	2019
제조업(A)	71,496.5	75,239.5	98,423.1	90,506.5	78,821.8
음식료품 및 담배 제조업(B)	2,580.8	2,663.1	3,066.5	2,956.0	2,843.9
섬유 및 가죽제품 제조업	1,090.3	1,048.1	922.6	861.0	773.3
목재, 종이, 인쇄 및 복제업	674.9	642.0	723.8	629.8	517.8
석탄, 석유 및 화학제품 제조업	12,922.2	12,523.5	15,959.7	14,081.9	11,912.2
비금속광물제품 제조업	2,847.4	2,985.3	3,403.1	3,443.5	2,893.0
금속제품 제조업	5,493.1	4,990.7	5,375.0	5,324.8	5,017.0
기계 및 장비 제조업	25,405.9	28,955.9	46,088.0	40,968.5	33,435.2
전기 및 전자기기 제조업	4,388.1	5,045.1	6,132.5	5,687.0	5,181.3
정밀기기 제조업	4,631.6	4,113.4	4,708.0	4,224.9	3,435.6
운송장비 제조업	11,277.9	12,087.3	11,836.6	12,133.2	12,641.4
기타 제조업	184.2	185.1	207.2	195.9	171.2
(비중B/A)	3.61%	3.54%	3.12%	3.27%	3.61%

출처 : KOSIS(통계청, 경제활동별 설비투자(명목, 연간) - 한국은행, 「국민계정」, 2021.1.14. , 연간잠정 : 해당연도 종료 후 9개월 이내, 확정 : 익년 6월

1.1.2 세계 식품시장 규모

- 시장조사 전문기관인 GlobalData의 추정 결과 세계식품시장은 2014년 약 6.6조 달러에서 2016년 6.1조 달러, 2021년은 약 7.3조 달러로 연평균(2014~2021) 1.6%씩 성장 이 예상된다.

[표 8] 전 세계 식품시장 규모(시장구분별)

(단위 : 10억 달러, %)

구분	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
세계 식품시장 ^{1,2)}	6,622.40 (100)	6,097.80 (100)	6,128.40 (100)	6,651.50 (100)	6,669.10 (100)	6,907.80 (100)	7,149.90 (100)	7,382.10 (100)
식품시장	3,175.60 (48)	2,916.60 (48)	2,929.60 (48)	3,043.70 (48)	3,187.70 (48)	3,293.40 (48)	3,394.10 (48)	3,486.90 (48)
음료시장	2,764.30 (42)	2,548.20 (42)	2,585.40 (42)	2,688.00 (42)	2,838.60 (43)	2,956.80 (43)	3,083.00 (43)	3,208.20 (44)
담배시장	682.5 (10.3)	633.0 (10.4)	613.5 (10.0)	619.8 (9.8)	642.9 (9.6)	657.6 (9.5)	672.8 (9.4)	687.0 (9.3)

자료 : 2018.6월 GlobalData(<http://consumer.globaldata.com> 영국의 리서치&컨설팅 회사)

주 1) 제조업만 포함되며, 외식업은 포함되지 않음

2) 포함된 제조업은 Food, Alcoholic Beverages, Non-Alcoholic Beverages, Tobacco 및 식품무역액이 포함된 합계임 (2017~2021년은 추정치)

출처 : 2018 식품산업 주요 통계 (한국농수산물유통공사)

- 타 주요 산업 규모와 비교했을 때 세계 식품산업의 시장 규모는 2016년 세계 자동차 시장(6.1조 달러), 세계 IT 시장(1.4조 달러), 세계 철강 시장(1.0조 달러)의 규모보다 각각 4.4배, 6.3배, 8.1배 큰 것으로 나타났다.

[표 9] 전 세계 식품시장 규모(타 주요산업과 비교)

(단위 : 10억 달러, %)

구분	2014	2015	2016 ²⁾	2017 ^{1),2)}	2018 ¹⁾	2019 ¹⁾	2020 ¹⁾	2021 ¹⁾
식품시장	6,622.40	4,097.80	6,128.40	6,351.50	6,669.10	6,907.80	7,149.90	7,382.40
자동차시장 ³⁾	1,317.50	1,310.40	1,379.20	1,386.50	1,422.30	1,478.60	1,536.30	1,594.10
IT시장 ³⁾	942.3	979.8	976.6	1,007.3	1,045.5	1,091.5	1,147.1	1,214.5
철강시장 ³⁾	1008.4	725.2	758.5	933.8	913.6	923.6	945.5	971.0

자료 1) 2018.6월 GlobalData(<http://consumer.globaldata.com>)

2) 2018.4월 Marketline(www.marketline.com) / GlobalData·Marketline : 영국의 리서치&컨설팅 기관

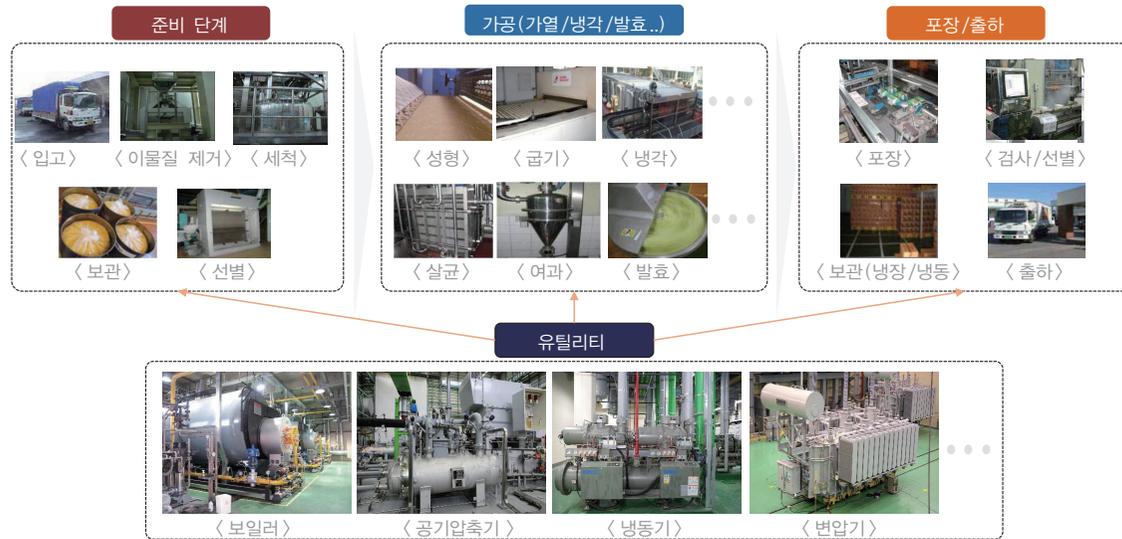
주 1) 2017~2021년은 추정치임

2) 2016년 자료와 2017년 자료의 조사방법, 조사대상 국가 등의 변경으로 기존의 수치와는 차이가 있음

3) 자동차, IT, 철강시장의 규모는 시장 조사기관의 분류 방식 변화, 지표 개선 등의 이유로 매년 추정치가 다르므로 이용에 유의 바람
출처 : 2018 식품산업 주요 통계 (한국농수산물유통공사)

1.1.3 식품업종 특징

- 식품업종은 다양한 현지 경제, 사회, 환경 여건과 각종 식품위생법이 적용된다. 식품업종은 소비용 제품이나 후속 가공용 중간재를 생산하는 등 기타 제조업 산업에 비해 매우 다양하다. 이 같은 다양성은 회사의 규모와 성격, 광범위한 원료와 제품, 각종 결합 제품뿐 아니라 판매형태에서도 수출용 생산, 전국단위 판매뿐 아니라 지역 차원에서 이루어지는 각종 전용 제품이나 전통 제품의 관점 등 다양한 형태의 제품을 확인할 수 있다.
- 식품 제조는 앞선 설명한 바와 같이 다양한 가공공정을 이용한다. 유사한 제품의 생산도 다양하게 이루어지고 있으며 크게 준비단계, 가공공정, 포장·출하공정으로 구분되며 각 제조공정은 유틸리티 설비와 연결되어 운영된다.



[그림 3] 식품제조 공정

1.2.1 식품업종 에너지 소비 특징

- 식품업종은 신선도나 식품 안전을 위해 유틸리티 설비의 많은 에너지를 사용하고 있다. 식품 보존 및 가공으로 원료의 세척 후 탈수, 크기조절과 같은 기계적 가공과 건조, 살균, 데치기와 같은 열 가공이 있으며 두 공정 모두 상당한 에너지를 사용한다.
- 식품업종 특성상 살균, 세척, 건조, 농축 등의 고온 공정으로 구성되어있어 많은 에너지를 사용한다. 이에, 열 및 스팀 사용이 전체 에너지 비중에 약 29%로 가장 많이 사용한다.¹⁾
- 식품 공정은 대부분 고온 공정으로써 열 및 스팀 공급을 위해 보일러를 가동하여 스팀을 생산하거나 외부 스팀을 구매하여 공급하고 있다.
- 스팀 생산 및 공급 과정에서 발생하는 열 손실은 대부분 보일러 효율 저하, 배관 단열 등으로 인해 발생하며 공정상 공급된 열 및 스팀은 다량의 폐열을 배출하게 된다.
- 하지만 이 폐열을 회수하여 제품 공정에서 다시 사용하고자 하는 경우 제품 위생 및 품질 측면을 고려하지 않을 수 없으므로 회수하는 데 한계가 있다.
- 식품업종은 스팀뿐만 아니라 전력도 주요 에너지원으로 사용하고 있으나 대부분이 압축 공기, 냉동, 공조 등과 같은 유틸리티 측면에서 사용되어 일반적으로 전력에 따른 에너지 사용량이 열 및 스팀의 에너지사용량보다는 적다. 전체 에너지사용량에 냉각공정 및 냉장은 약 16%를 차지하고 있다.¹⁾
- 에너지 절약 대책을 추진할 때 에너지 절약적인 고려사항뿐만 아니라 기타 법적인 요건과 금지사항도 반드시 고려해야 한다. 예를 들어 세척온도를 낮춰 에너지를 절약하는 대책의 경우 세척(CIP) 횟수의 증가로 인하여 오수 및 세제의 사용량이 증가 또는 품질에 이상이 없는지 종합적인 고려가 필요하다.

1 Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries (2006. 8, European Commission)

1.3. 식품업종 온실가스 배출현황

1.2.2 식품업종 에너지 소비 현황

- 식품업종의 에너지원별 소비량을 보면 2018년 기준 10,576천toe를 사용하여 전체 제조업 에너지 사용량에 3.0% 수준으로 나타났으며, 주요 사용 에너지는 전기 6,962.9 toe, 가스 2,044.4 toe, 석유류 645.2 toe 순으로 많이 사용하는 것으로 나타났다. 식품업종의 에너지원별 사용비중은 가스 9.4%로 가장 높은 비중을 보였으며, 전기 5.4% 열기 5.3%로 높은 비중을 차지하는 것으로 나타났다.

[표 10] 제조업 에너지원별 소비량 (2018년)

구분	제조업 에너지원별 소비량(천toe)						
	석탄류	석유류	가스류	기타	열에너지	전력	합계
제조업 총계(A)	112,910.0	66,294.3	21,683.1	5,486.8	11,504.0	129,006.5	346,884.7
101 도축, 육류 가공 및 저장처리업	-	62.5	174.9	2.8	13.6	669.4	923.2
102 수산물 가공 및 저장처리업	0.4	117.5	104.1	-	9.8	495.5	727.3
103 과일, 채소 가공 및 저장처리업	0.6	48.0	92.2	-	0.3	325.4	466.5
104 동물성 및 식물성 유지 제조업	13.7	26.4	40.3	0.3	37.7	194.9	313.3
105 낙농제품 및 식용빙과류 제조업	-	17.3	159.5	-	19.7	356.4	552.9
106 곡물가공품, 전분 및 전분제품 제조업	119.3	138.1	149.9	-	174.1	842.9	1,424.3
107 기타 식품 제조업	1.8	147.2	850.4	174.7	136.5	2,984.7	4,295.3
108 동물용 사료 및 조제식품 제조업	-	41.9	151.2	-	111.4	475.7	780.2
111 알콜음료 제조업	0.1	9.1	163.4	-	104.9	247.7	525.2
112 비알콜음료 및 얼음 제조업	-	37.2	128.6	1.3	-	302.9	470.0
120 담배 제조업	-	-	29.9	-	0.7	67.4	98.0
식품, 음료, 담배 제조업 합계(B)	135.9	645.2	2,044.4	179.1	608.7	6,962.9	10,576.2
음식료품 제조업 비중 (비중B/A)	0.1%	1.0%	9.4%	3.3%	5.3%	5.4%	3.0%

- 출처 : 국가온실가스배출량정보시스템(NETIS), 통계자료실, 제조업부문, 제조업-에너지원별 소비량, 2018년 실적기준(10인 이상 전수조사 포함)

1.3.1 식품업종 전체 온실가스 배출현황

- 한국에너지공단에서 조사한 2018년 기준 광업·제조업 부분의 에너지원별 최종소비, 온실가스 배출량, 생산품목 등에 대한 자료 조사 결과 식·음료·담배 제조업 온실가스 배출량은 10,576.2 천tCO₂eq로 식·음료·담배 제조업이 전체 제조업에 차지하는 비중은 3.0%이다.

[표 11] 식품업종 온실가스 배출량

구분	2017년		2018년		
	온실가스 배출량(천tCO ₂ eq)	업체수 (개)	온실가스 배출량(천tCO ₂ eq)	업체수 (개)	
제조업(10~34) 총계(A)	329,734.5	109,491	349,117.8	68,341	
식·음료·담배 제조업 합계(B)	9,667.8	11,643	10,576.2	8,013	
10 식품 제조업	101 도축, 육류 가공 및 저장처리업	847.1	1,290	927.5	934
	102 수산물 가공 및 저장처리업	490.3	1,390	730.6	803
	103 과일, 채소 가공 및 저장처리업	293.5	1,048	468.7	818
	104 동물성 및 식물성 유지 제조업	294.6	927	314.7	964
	105 낙농제품 및 식용빙과류 제조업	526.1	168	555.4	206
	106 곡물가공품, 전분 및 전분제품 제조업	1,378.2	1,196	1,431.4	871
	107 기타 식품 제조업	4,127.6	4,507	4,314.7	2,271
	108 동물용 사료 및 조제식품 제조업	670.6	444	783.7	444
11 음료 제조업	111 알콜음료 제조업	532.0	387	527.2	378
	112 비알콜음료 및 얼음 제조업	411.9	274	472.0	310
12 담배 제조업	120 담배 제조업	95.9	12	98.4	14
식·음료·담배 제조업 비중 (B/A 비중)	2.9%	10.6%	3.0%	11.7%	

- 출처 : 국가온실가스배출량정보시스템(NETIS), 통계자료실, 제조업부문, 제조업-CO₂배출량현황, 업체현황, 2017년, 2018년 실적기준(10인 이상 전수조사 포함)

1.3.2 식품업종 규제기업 온실가스 배출현황

- 2019년 명세서 제출기준으로 할당대상업체의 전체 개수는 619개이다. 이 중 식품업종은 28개로 전체 할당대상업체에서 차지하는 비중은 4.5%이고, 온실가스 배출량은 0.5%, 에너지 사용량은 0.9%로 나타났다.
- 또한, 목표관리업체의 전체 개수는 426개이고 이 중 식품업종은 25개로 전체 목표관리업체에서 차지하는 비중은 5.9%이고, 온실가스 배출량은 2.2%, 에너지 사용량은 2.7%로 나타났다.

[표 12] 2019년 식품업종 규제기업별 온실가스 배출량

구분	할당대상업체			목표관리업체		
	업체수 (개)	온실가스 배출량(tCO ₂ eq)	에너지 사용량	업체수 (개)	온실가스 배출량(tCO ₂ eq)	에너지 사용량
전체 업종	619	596,450,611	7,068,263	619	596,450,611	520,223
식품업종	28	3,209,710	66,592	28	3,209,710	13,818
비중	4.5%	0.5%	0.9%	4.5%	0.5%	2.7%

- 출처 : 국가온실가스종합관리시스템(NGMS), 2019년 명세서 배출량 통계, (2020.11.26. 명세서 기준)

- 2015~2019년 온실가스 배출량 기준으로 식품업종 규제기업 전체 배출량 중 할당대상업체 배출량이 약 82.0%를 차지하는 것으로 나타났다.

[표 13] 2015~2019년 식품업종 온실가스 배출량

구분	식품업종					
	할당대상업체			목표관리업체		
	업체수 (개)	온실가스 배출량(tCO ₂ eq)	에너지 사용량	업체수 (개)	온실가스 배출량(tCO ₂ eq)	에너지 사용량
2015년	22	2,849,660	57,573	24	733,811	14,214
2016년	23	3,014,446	60,803	24	713,675	13,910
2017년	25	3,107,041	63,413	22	631,570	12,489
2018년	27	3,226,106	65,842	23	653,268	12,884
2019년	28	3,209,710	66,592	24	651,862	13,363

- 출처 : 국가온실가스종합관리시스템(NGMS), 2015~2019년 명세서 배출량 통계

1.4.1 국내 온실가스 배출현황

- 국내 2018년 온실가스 총배출량은 727.6백만tCO₂eq이며, 에너지 86.7%, 산업공정 7.9%, 농업 3.0%, 폐기물 2.4%를 차지한다. 2018년 총배출량은 1990년도 총배출량 292.2백만tCO₂eq에 비해 149.0% 증가하였고, 2017년도 총배출량 709.7백만tCO₂eq에 비해 2.5% 증가하였다.
- 전년 대비 배출량이 증가한 항목은 공공 전기·열 생산(17.0 백만톤, 6.7%), 화학(5.3백만톤, 13.1%), 중전기(2.2백만톤, 83.7%), 반도체·액정(0.9백만톤, 14.3%) 이다. 증가원인으로는 발전량 증가(3.1%), 기초유분 생산량 증가(2.9%), 중전기 폐기량 증가(433%), 반도체·액정 공정가스 구입량 증가(PFCs 27%, HFCs 32%) 때문으로 확인된다.
- 전년 대비 배출량 감소항목은 철강(-4.2백만톤, -4.2%), 제조·건설업/기타(-1.6백만톤, -3.9%) 시멘트생산(-1.6백만톤, -6.3%)이다. 감소원인으로는 제철용 유연탄 소비 감소(-4.6%), 비금속 업종 연료탄 소비감소(-11%), 클링커 생산량 감소(-6%) 때문으로 확인된다.
- GDP 당 배출량은 전년도대비 0.4% 감소한 톤/10억원으로 '90년 이후 최저치이며 인구당 배출량은 2.0% 증가한 14.1 톤/명 이다.

[표 14] 연도별 국내 온실가스 배출현황

(단위 : 백만톤 CO₂eq)

분야·부문/연도	'90년	'00년	'10년	'16년	'17년	'18년	'17~'18 증감률	'90~'18년 증감률
총배출량	292.2	502.9	656.3	693.5	709.7	727.6 (100%)	2.5%	149.0%
순배출량	254.4	444.5	602.5	648.0	668.3	686.3 (94.2%)	2.7%	169.8%
에너지	240.4	411.8	566.1	602.7	615.7	632.4 (86.7%)	2.7%	163.1%
산업공정	20.4	50.9	53.0	53.2	55.9	57.0 (7.9%)	1.9%	178.7%
농업	21.0	21.4	22.1	20.8	21.0	21.2 (3.0%)	1.1%	1.0%
LULUCF	-37.8	-58.4	-53.8	-45.6	-41.5	-41.3 (-5.8%)	-0.5%	9.3%
폐기물	10.4	18.8	15.2	16.8	17.2	17.1 (2.4%)	-0.7%	64.7%

* LULUCF : 토지이용, 토지이용 변화 및 임업(Land Use, Land Use Change and Forest)

- 출처 : 환경부 온실가스종합정보센터, 국가 온실가스 인벤토리(1990~2018) 요약

1.4.2 국가별 온실가스 배출량

- 2018년 우리나라의 총배출량 국가 순위는 중국, 미국, 인도 등에 이어 11위로 OECD 회원국 중에서 5위에 해당한다.

[표 15] 국가별 온실가스 총배출량 현황('17년 기준 순위)

(단위 : 백만톤 CO₂eq)

국가	'90년	'10년	'17년	'18년 ('20.8현재)	'90-'17년 증감률(%)	'16-'17년 증감률(%)	출처 ¹⁾
중국	-	10,543	12,476 ²⁾	-	-	2%	UNFCCC, IEA
미국 ³⁾	6,437	6,982	6,488	6,677	1%	-1%	UNFCCC
인도	-	2,137	2,793 ²⁾	-	-	5%	UNFCCC, IEA
러시아	3,188	2,058	2,155	2,220	-32%	3%	UNFCCC
일본 ³⁾	1,270	1,303	1,289	1,238	2%	-1%	UNFCCC
브라질	550	917	968 ²⁾	-	76%	2%	UNFCCC, IEA
이란	-	810	922 ²⁾	-	-	2%	UNFCCC, IEA
인도네시아	267	682	899 ²⁾	-	237%	9%	UNFCCC, IEA
독일 ³⁾	1,249	942	894	858	-28%	-2%	UNFCCC
캐나다 ³⁾	603	691	714	729	18%	1%	UNFCCC
대한민국 ³⁾	292	656	710	728	143%	2%	-
멕시코 ³⁾	445	669	705 ²⁾	-	59%	-0.04%	UNFCCC, OECD, IEA
사우디아라비아	165	525	630 ²⁾	-	281%	1%	UNFCCC, IEA
호주 ³⁾	425	541	557	558	31%	1%	UNFCCC
남아프리카 공화국	347	539	545 ²⁾	-	57%	1%	UNFCCC, IEA

1) UNFCCC: 유엔기후변화협약에 제출한 온실가스 통계 (부속서 | 국가는 1990-2018년 배출량, 비부속서 | 국가는 최신 국가보고서), IEA: 국제에너지기구(International Energy Agency)에서 발표하는 연료연소에 발생하는 CO₂ 배출량(1990-2017년), OECD: 경제협력개발기구 온실가스 배출량(UN 통계와 대부분 동일, 멕시코는 UN보다 최신자료인 stats.oecd.org 자료 활용)

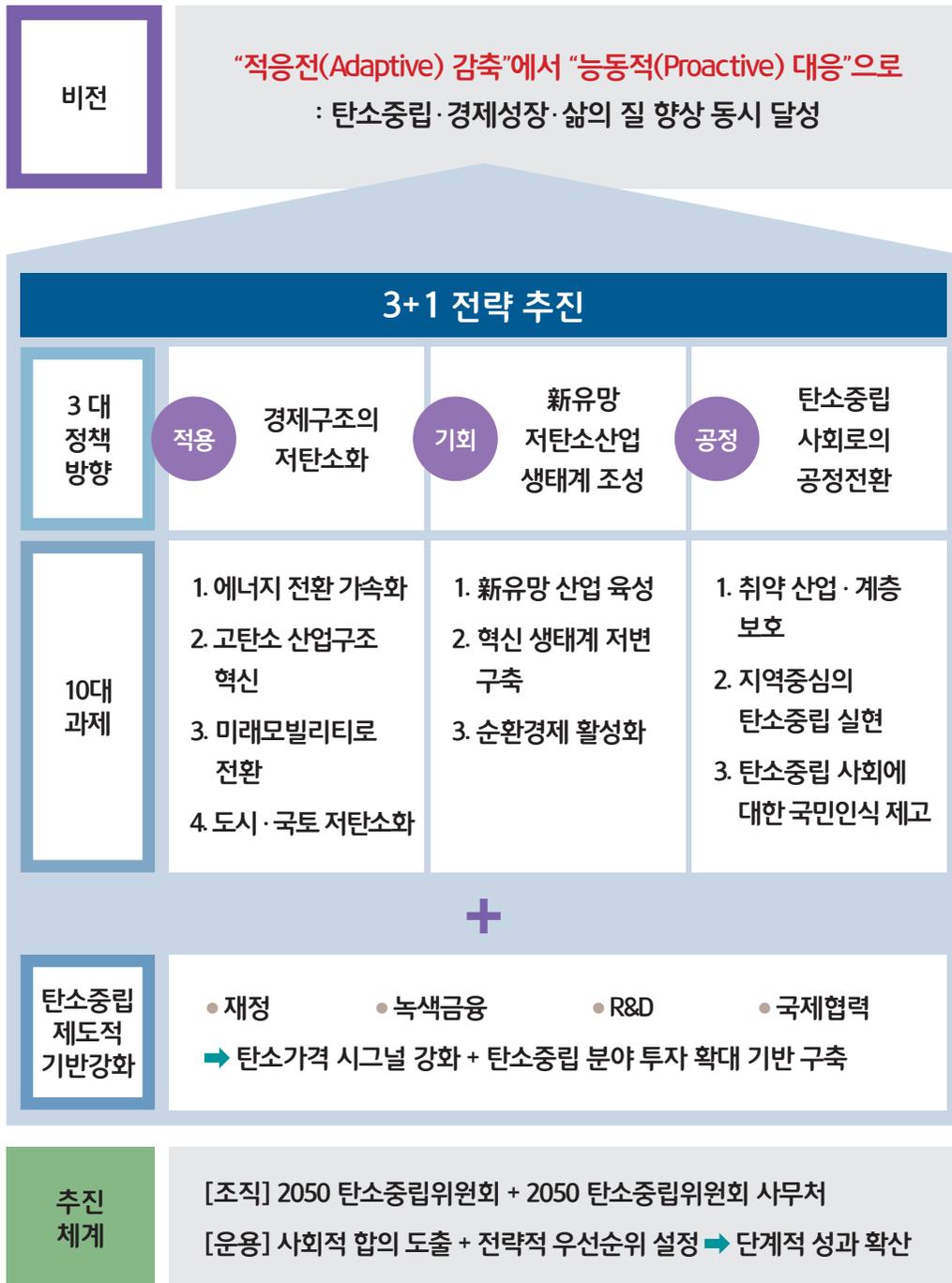
2) 최신 국가보고서에 제공된 온실가스 총배출량에 IEA의 연료연소 CO₂비중을 적용하여 계산한 추정치

3) OECD 회원국

- 출처 : 환경부 온실가스종합정보센터, 국가 온실가스 인벤토리(1990-2018) 요약

1.4.3 국내외 기후변화 대응동향

- 파리협정('16년 발효), UN 기후정상회의('19.9) 이후 121개 국가가 기후목표 상향동맹*에 가입하여 2050 탄소중립의 글로벌 의제화 되었다.
 - * 2050 탄소중립 목표 기후동맹('19년 기후변화당사국총회 의장국인 칠레 주도 설립)
- 코로나19 사태로 기후변화의 심각성 인식이 확대되고 LE DS(장기 저탄소 발전 전략, Long-term low greenhouse gas Emission Development Strategies)의 UN 제출 시한 등에 따라 주요국의 탄소중립 선언이 가속화되고 있다.
 - * EU('19.12월) · 中('20.9.22) · 日('20.10.26) · 韓('20.10.28), 美 바이든 당선자도 공약으로 탄소중립 제시
 - ** LE DS : Long-term low greenhouse gas Emission Development Strategy
- 한국의 온실가스배출량은 '18년을 정점으로 감소전망*이나, 우리나라의 탄소중립기간은 32년으로 다른 국가** 들에 비해 배출정점 이후 탄소중립까지의 기간이 촉박한 것으로 전망되었다.
 - * 온실가스 배출 추이(백만톤) :('16)692.6→('17)709.1→('18) 727.6→('19) 702.8(잠정)
 - ** 탄소중립까지 소요기간: EU 60년, 일본 37년, 한국 32년, 중국 30년
- 우리나라는 2030 국가 온실가스 감축목표(NDC *)와 2050 장기저탄소 발전전략(LE DS)을 '20년 12월 30일 외교부를 통해 유엔기후변화협약 사무국에 제출했다.
 - * NDC : Nationally Determined Contribution(국가결정기여 : 국가온실가스감축 목표)
- 국가온실가스감축목표는 2030년 국가 온실가스 감축목표로 2017년 배출량(7억 910만톤) 대비 24.4% 감축을 제시하고 있으며, 2025년 이전에 감축목표 상향을 적극 검토할 것을 명시하고 있다.
- 장기저탄소발전전략은 2050년까지 탄소중립을 달성하기 위한 우리나라의 장기 비전과 국가 전략을 제시하고 있다.

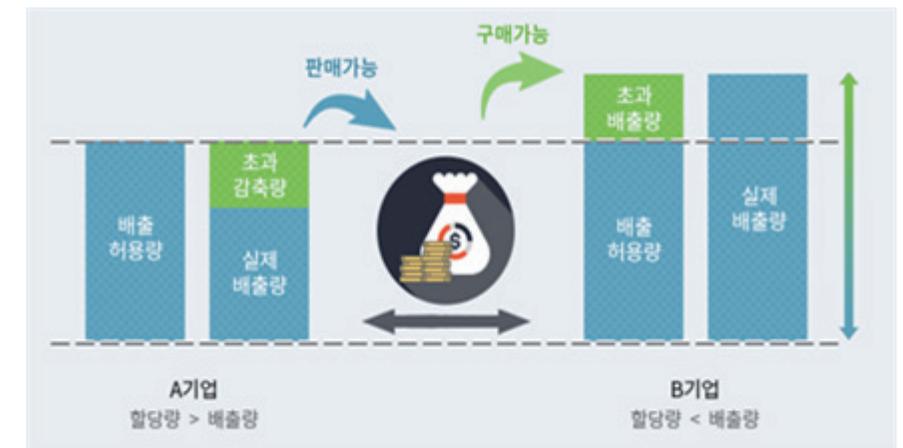


1.4.4 국내 온실가스 감축정책 및 제도

1) 온실가스 배출권거래제

▶ 배출권거래제 정의

- 배출권거래제도는 국가 온실가스 감축목표(2030년 국가 온실가스 총 배출량을 2017년 온실가스 총 배출량의 1000분의 244만큼 감축) 달성을 위하여 일정규모 이상의 온실가스를 배출하는 업체를 할당대상업체로 지정하여 온실가스 배출을 규제하는 제도이다.
- 기업들은 정부로부터 온실가스 배출허용량을 부여받고 그 범위 내에서 생산활동 및 온실가스 감축을 하되, 각 기업이 감축을 많이 해서 허용량이 남으면 다른 기업에 남은 허용량을 판매할 수 있고 반대로 기업이 감축을 적게 해서 허용량이 부족할 때는 다른 기업으로부터 부족한 허용량을 구입할 수 있게 되어 있다.



▶ 할당대상업체 기준

- 최근 3년간 평균 온실가스 배출량 기준을 충족하는 업체 또는 사업장은 할당 대상 업체로 지정한다.

[그림 4] 2050 탄소중립을 위한 추진전략

- 출처 : 기획재정부, 「2050 탄소중립」 추진전략, 2020.12.7. 보도자료

[표] 관리업체 지정 업체 온실가스 배출량 기준

구분	업체기준	사업장기준
온실가스 배출량 (tCO ₂ eq/년)	125,000	25,000

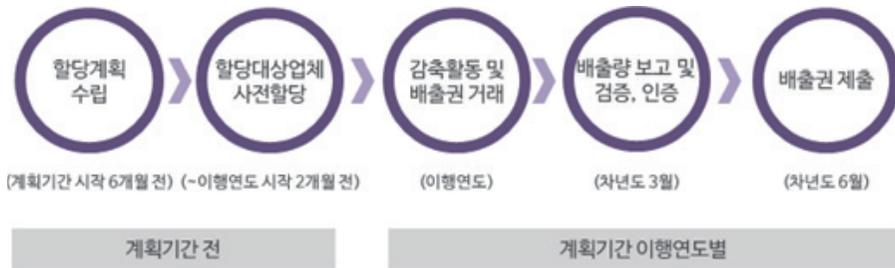
* 6대 부문 62개 업종 653개 업체를 대상으로 배출권거래제 2차 계획기간 시행 중(2020년 12월 기준)
 ** 할당대상업체 총 653개 업체 중 식품업종은 27개 업체

▶ 법적 근거

- 저탄소 녹색성장 기본법 제46조(총량제한 배출권 거래제 등의 도입)
- 온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률 및 시행령
- 온실가스 배출권의 할당 조정 및 취소에 관한 지침
- 온실가스 배출권의 거래에 관한 고시
- 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침
- 외부사업 타당성 평가 및 감축량 인증에 관한 지침
- 온실가스 배출권거래제 조기감축실적 인정지침

▶ 운영체계

- 배출권거래제 운영체계는 기본계획 및 할당계획에 따라 업체별 배출권을 할당하고 기업활동(배출/감축/거래) 후 인증된 배출량만큼 배출권을 제출하는 방식으로 진행된다.



- 배출권거래제의 1차 계획 기간은 3년으로 '15년~'17년 이며, 2차 계획 기간도 3년으로 '18~'20년이며, 3차 계획기간은 5년으로 '21~'25년 이다.

2) 온실가스·에너지 목표관리제

▶ 목표관리제 정의

- 온실가스·에너지 목표관리제는 국가 온실가스 감축 목표 달성을 위해 일정 규모 이상으로 온실가스를 배출하고 에너지를 소비 하는 업체(사업장)를 관리업체로 지정하여 온실가스 배출 및 에너지 소비를 관리하는 제도이다.

▶ 목표관리 대상업체 기준

- 최근 3년간 평균 온실가스 배출량 및 에너지 사용량이 각각 아래 기준 이상인 업체 또는 사업장이 목표관리제 대상업체에 해당한다.
 ※ 지정기준을 만족하더라도 배출권거래제 할당대상업체인 경우 목표관리제에서 제외 (온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법 제10조)

[표] 관리업체 지정 사업장 온실가스·에너지 기준

구분	2014.1.1.부터 ~	
	업체기준	사업장기준
온실가스 배출량 (tCO ₂ eq/년)	50,000	15,000
에너지소비량 (TJ/년)	200	80

* 5개 관장기관에서 37개 업종 424개 업체를 대상으로 목표관리제 시행 중(2020년 12월 기준)
 ** 목표관리업체 총 424개 업체 중 농림축산식품부는 23개 업체

▶ 법적 근거

- 저탄소 녹색성장 기본법 제42조(기후변화대응 및 에너지의 목표관리)
- 저탄소 녹색성장 기본법 시행령 제26~34조
- 온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침

▶ 목표관리제 운영체계

- 온실가스·에너지 목표관리제는 제도 총괄, 조정기능을 하는 총괄기관과 관리업체의 목표 설정 및 관리를 담당하는 부분별 관장기관으로 역할을 구분 한다.
 ※ 「온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침」 제9조(소관 부분별 관장기관 등)

|| 농림축산식품부 ||

- 농업 임업 축산 식품 분야
- 한국표준산업분류 : 농업 및 임업(01~02)
제조업 (10~12 : 식료품, 음료, 담배, 16 : 목재 및 나무제품 ; 가구제외)

▶ 총괄기관(환경부)

- 총괄기관은 종합지침 마련, 관장기관 소관 사무에 대한 점검·평가를 담당한다.

▶ 부문별 관장기관

- 부문별 관장기관은 관리업체 지정, 목표설정, 이행관리, 실적 평가 및 관련 행정처분을 담당한다.

▶ 운영절차



3) 온실가스 배출권거래제 상쇄제도(외부사업)

▶ 상쇄제도 개요

- 상쇄제도는 외부사업 사업자가 외부사업을 통해서 발행받은 인증실적을 배출권거래제 할당대상업체 등에게 판매하고, 할당대상업체는 보유 또는 구매한 외부사업 인증실적을 상쇄배출권으로 전환하여 배출권거래제에서 상쇄 또는 거래를 할 수 있는 제도이다.

▶ 외부사업 정의

- 외부사업은 「온실가스배출권의 할당 및 거래법률」에 따라 지정·고시된 할당 대상업체 조직 경계 외부의 배출시설 또는 배출 활동 등에서 국제적 기준에 부합하는 방식으로 온실가스를 감축, 흡수 또는 제거하는 사업을 말한다.

▶ 외부사업 인증 실적의 활용

- 할당 대상 업체는 외부사업에서 인증된 온실가스 감축량(KOC)을 상쇄 배출권(KCU)으로 전환하여 온실가스 감축 목표달성에 활용하거나 거래시장에서 판매하는 데 사용할 수 있다.
 - KOC(Korean Offset Credit) : 외부사업 온실가스 감축량 인증 실적(1KOC=1tCO₂eq)
 - KCU(Korean Credit Unit) : 할당대상업체 조직경계 외부의 배출시설 등에서 온실가스를 감축한 경우 그에 대한 실적을 인증 받아 이를 배출권으로 전환



▶ 법적 근거

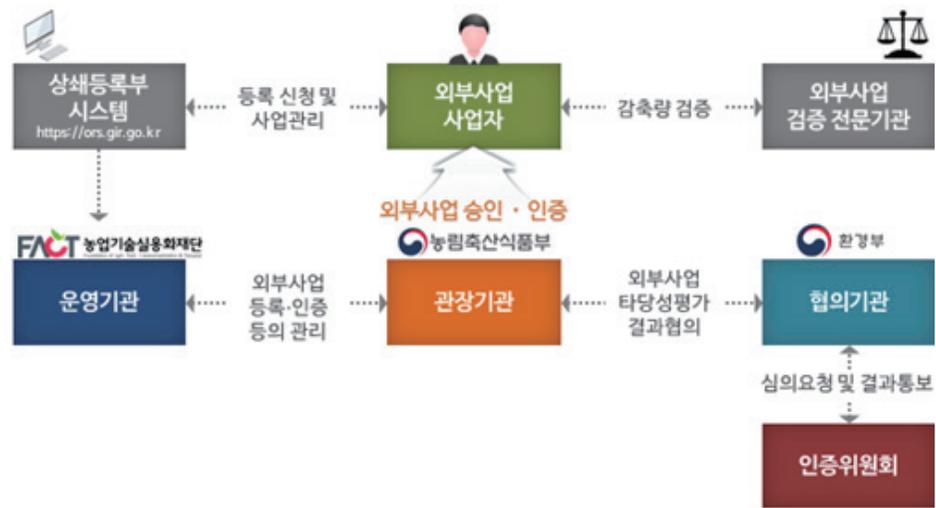
- 온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률 제 29조(상쇄), 제30조(외부사업 온실가스 감축량의 인증) 등

▶ 외부사업 등록 기준

- 외부사업은 온실가스 배출원을 근본적으로 제거 또는 개선하는 활동을 포함하고 있는 사업이어야 하며, 다음의 기준을 충족해야 한다.

- 할당대상업체 조직경계 외부에서 자발적으로 시행하는 사업
- 탄소흡수실적이 의무적 사항을 이행하는 과정에서 발생된 것이 아니어야 함
- 일반적인 경영여건에서 실시할 수 있는 행동 이상의 추가적인 행동 및 조치에 의한 사업
- 지속적으로 정량화되어 검증 가능한 사업
- 배출량 인증위원회 승인 방법론을 적용해야 함
- 사업시작일이 2010년 4월 14일 이후에 발생한 사업

▶ 주무관청 및 운영기관 역할



2. 식품업종 유통리터티 온실가스 감축

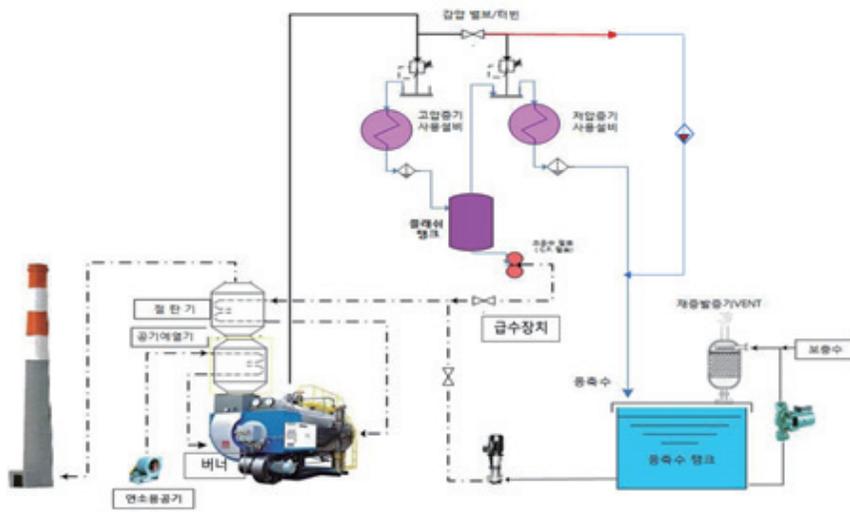
2.1. 보일러

- 보일러는 식품제조 공정에 많이 사용되는 온수와 스팀을 생산하는 대표적인 설비(Utility)로 대부분의 식품기업이 보유하고 있다.
- 연료의 연소열을 압력용기 내부의 물에 전달하여 필요한 압력의 증기를 발생시키는 장치이다.

구성

주요 부분: 연소장치, 화로, 압력용기(보일러 본체), 제어판넬, 굴뚝

부속 장치: 과열기, 재열기, 에코노마이저(절탄기), 공기에열기, 급수장치, 안전장치



보일러 구성

- 제조공정에 필요한 압력의 건조한 스팀이 효율적으로 공급되도록 운전해야 하며, 식품기업의 주요 에너지다소비 설비로 주요 온실가스 감축대상이다.
- 온실가스 감축기술은 고효율설비로 교체하는 것 외에도 연소공기비 관리, 배열손실 저감, 증기 압력과 온도 적정화, 블로우다운(blow down) 양과 수질관리, 가동률 관리, 보온 관리, 증기 누설 방지, 배관거리 단축, 스팀트랩 관리 등 다양하게 있다.
- 효율 개선 기술은 주로 공정제어 개선, 열손실 감축, 열 회수 개선에 초점이 맞춰져 있다.

2.1.1 보일러의 종류

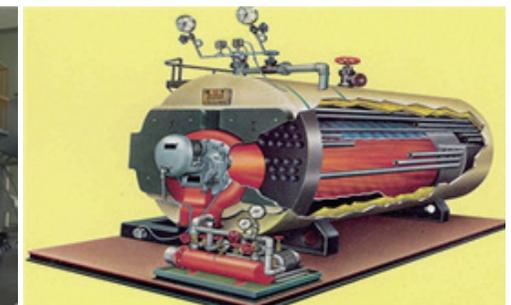
- 보일러의 종류는 대단히 많고 본체의 구조형식, 물의 순환방식, 가열의 모양과 방법, 증발하는 유체의 종류 등에 의해 다음과 같이 분류 된다.



1) 원통형 보일러(자연순환식)

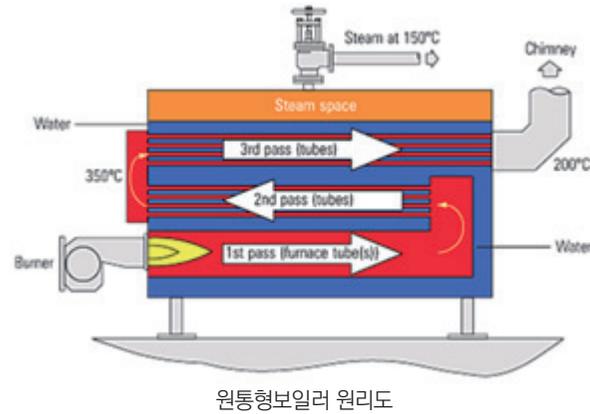


원통형 보일러 사진



원통형 보일러 도식도

- 원통형 강관 용기의 내측에 화로 및 보일러 본체 전열면을 포함하고 있으며 저압, 소용량이 대부분이다.
- 원통형의 화로 즉 노통(flue tube) 속에서 연료를 연소시켜 주위에 열을 전달한다.



- 연소가스는 보일러 본체 전열면 즉 연관(smoke tube)을 통과하며 보일러 수에 열이 전달되어 증발한다.
- 연소가스가 연관을 통과하는 회수에 따라 2패스(pass) 혹은 3패스형이 있다.

2) 자연 순환식 수관 보일러(곡관식 보일러)

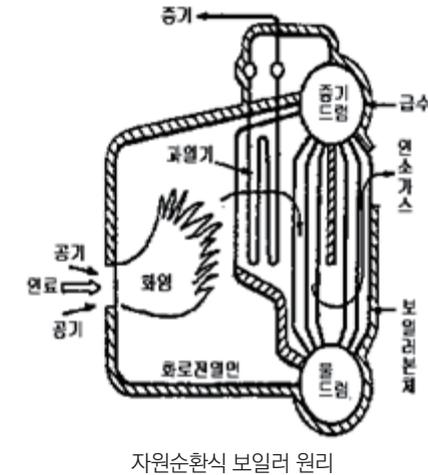


자연순환식 수관 보일러 사진

자연순환식 수관 보일러 내부 사진

- 2개의 드럼 사이에 수관으로 연결한 보일러 본체와 화로로 구성되어 있으며, 저·중압의 소·중용량형 보일러이다.

- 수관 보일러를 원통 보일러와 비교하면 가느다란 수관이 전열면으로 되어 있어 고압·대용량용으로 사용할 수 있다.



- 화로를 자유로운 형상으로 할 수 있어 여러 가지 연소방식에 적용 가능하다.
- 보일러 본체 등 전열면의 위치가 자유롭고 전열면을 확장할 수 있다.
- 전열면당 보일러수 보유량이 적어 시동성과 부하변동에 대한 응답성이 좋다.
- 압력부분의 구조상 내부 청소가 어렵고 급수처리에 주의해야 한다.
- 수관 중의 보일러수가 증발하여 이상류가 되면 부력에 의해 자연 순환이 일어난다
- 그러나 압력이 상승하면 포화수와 포화증기사이의 비체적 차이가 적어져 순환력이 감소하므로 10 MPa정도 이상의 보일러에는 이 방식을 적용하기 어렵다.

3) 강제순환식 수관 보일러

- 압력이 14.8MPa 이상의 아임계압, 즉 물의 임계압력 22.12 MPa 부근의 압력이 되면 고압이 됨에 따라 포화수와 포화증기의 밀도차가 작아지게 되고, 보일러 수의 순환력이 부족하게 되어 펌프에 의한 강제순환 방식이 필요하다.
- 이런 형식의 보일러가 강제순환식 수관보일러다. 이 보일러에는 관의 두께를 얇게 할 수가 있는데 보일러 전체의 중량을 가볍게 하고 수관의 배치를 자유롭게 할 수 있으므로 보일러의 높이를 낮추고 콤팩트하게 설계할 수 있다.

4) 관류보일러

- 관류보일러는 일련의 긴 수관만으로 구성되어 긴 수관의 한쪽 끝단에서 급수를 펌프로 압입하고 도중에 순차적으로 가열, 증발, 과열시켜 관의 다른 끝단에서 과열증기로 보내는 형식이며, 보일러 수의 순환이 없는 것이 특징이다.



관류 보일러

2.1.2 보일러의 에너지 절약 포인트

보일러의 효율향상 / 스팀 품질(quality)유지 / 보일러 주변기기 에너지 절약

1) 불완전 연소 방지

- 연소 가스 속에 일산화탄소, 수소, 탄소, 메탄 등의 가연 성분이 포함되어 있어 연료의 발열량 전부를 내지 않는 연소 상태를 불완전 연소라고 한다.
- 불완전 연소의 유,무나 그 정도는 연소 배기가스 속의 일산화탄소, 그을음 등에 의해 판정된다.
- 불완전 연소의 정도가 클수록 연료 손실이 많게 되며, 또한 보일러 장치나 대기 오염 등의 문제가 생기기 쉽다.
- 불완전 연소의 주원인은 공기량(산소량)의 부족, 공기와 연료의 혼합 접촉 불량 등이다.
- 보일러 불완전 연소를 막기 위해서는 적정 공기비 유지와 버너 선정이 중요하다.

2) 배기가스(Exhaust gas)의 열 손실 회수

- 연소후 덕트를 통해 굴뚝으로 배출되는 가스의 온도가 높을수록 열손실이 크다고 볼수 있으므로 공기 예열기나 절탄기(Economizer) 등을 통한 회수방안을 강구해야 한다.
- 하지만 배기가스 성분에 아황산가스(SO₂)가 있는 경우, 그 일부가 다시 산화하여 무수황산(SO₃)이 되면서, 수증기(H₂O)와 만나 황산(H₂SO₄)을 생성하여 저온 전열 면을 부식시키는 저온부식이 발생한다.
- SO₃의 노점(露点)은 150℃ 이하인데, 공기 예열기나 절탄기(Economizer) 등은 저온 전열 면에서 자칫하면 150℃ 이하로 되기 쉽다.
- 보일러 배기가스의 열을 회수하는데 굴뚝의 부식이라는 문제가 따라온다. 그러나 가스연료 등은 유황분이 없어 저온 부식 현상이 발생 되지 않으므로 보일러 배기가스의 열을 회수할 수 있는 공기 예열기나 절탄기(Economizer)를 설치하여 배기가스 열을 회수해야 한다.
- 배기가스 온도가 약 22℃ 떨어지면 효율 1%가 증가 되는 효과가 있다.

3) 공급수와 보충수(Feed water)의 저온 방지

- 보일러 급수의 온도는 보일러 입열하고 밀접한 관계가 있다. 급수 온도가 높을수록 입열량이 많아져 상대적으로 연료 사용량은 줄어든다.
- 통상적으로 급수 온도가 6℃ 올라가면 연료 1%를 절감할 수 있다.
- 그 외에도 급수 온도가 높으면 급수 시에 보일러 내 관수 온도의 저하를 막을 수 있고, 보일러의 부동(不同) 팽창을 방지할 수 있는 등의 이점이 있다.
- 따라서 회수된 응축수나 폐열 등을 이용하여 보일러의 급수를 높이는 방안을 지속적으로 강구해야 한다.

4) 고온의 응축수 회수

- 스팀의 이송·저장과 사용 중에 발생하는 응축수에는 현열이 존재하므로 응축수를 폐기하면 현열을 버리게 된다.
- 현열은 스팀 압력에 따라 차이가 있지만 많은 열량을 갖고 있으므로 회수해서 보일러 급수 온도 상승에 사용하는 것이 가장 바람직하다.

5) 보일러 등체와 배관 단열 강화

- 보일러 온도가 주변 온도보다 높아서 약간의 열이 주변에 전달된다. 보일러에 설치된 보온재가 손상되었거나 불량하면 열 손실은 증가한다.
- 보온 상태가 좋은 노통연관식 보일러나 수관식 보일러에서도 0.3 ~ 0.5% 정도의 방열 손실이 발생한다.

6) 스팀 누설(Steam leak) 방지

- 스팀을 사용하는 제조공정(설비), 이송배관, 저장탱크에서 스팀이 누설되는 것은 가장 큰 에너지 손실이다.
- 작업자의 작업방식(과도한 스팀 사용), 설비 자체의 결함, 설비 부식으로 인한 파손 등으로 누설이 가능하다.
- 또한 스팀 배관 이음 부분이 불량하거나 스팀 트랩 및 바이패스 밸브가 불량하면 누설이 발생할 수 있다.

2.1.3 보일러의 선정

- 상기 보일러 종류를 이해하고, 제조공정에 필요한 스팀량, 필요 압력범위, 가동시간, 계절적 변경범위, 에너지효율등급, 유지보수조건, 대기환경보전법 배출농도 기준 등을 고려하여 선정하는 것이 중요하다.
- 경제성 평가시 초기 설치비만 고려하지 말고, 연간 유지비(연료비 포함)를 고려하여 에너지 고효율 설비 도입(연료비 절감 등)과 정부지원금 혜택에 따른 초기 투자비용 회수기간을 고려하여 선정하여야 한다.
- 상기 에너지 절약 포인트가 어느정도 반영되고 보장되는지 확인하고, 공급사에서 보증할 수 있는 기술이 적용되었는지 확인하는 것이 매우 중요하다.

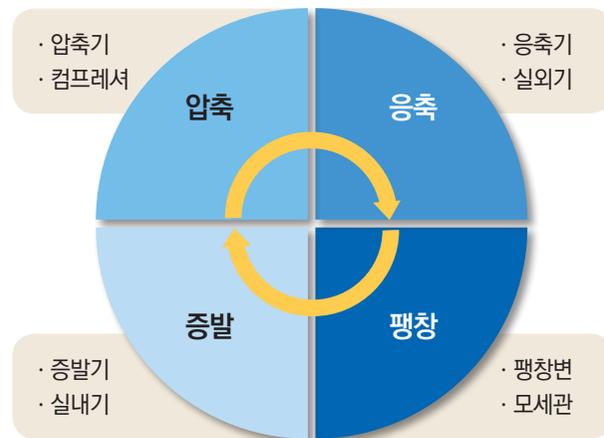
2.2. 냉동기

- 냉방(사무실 및 공장등을 시원하게 유지하는 것), 냉장(식품류를 차게 보관하는 것), 냉동(물이나 식품류 등을 얼리는 것)에 필요한 냉동기는 크기와 종류만 다를 뿐 식품공장의 대표적인 에너지 다소비 유틸리티이다.
- 냉동기는 냉매의 증발잠열을 이용하여 어떤 물체나 공간의 열을 인위적으로 빼앗기 위한 설비로, 압축식 냉동기의 경우 압축, 응축기, 팽창밸브, 증발기 장치의 순환 Cycle을 운영한다.
- (압축)기체상태의 냉매를 압축하면 온도가 올라가고, (응축)고온고압의 냉매를 물 또는 공기로 냉각 시키면 주변에 열을 방출하며 액체상태가 되고, (팽창) 액체의 냉매가 지닌 에너지(엔탈피)는 유지하며 온도와 압력만 낮추고, (증발) 액체 냉매가 기화되면서 주변의 열을 빼앗아 냉동목적을 달성한다.

구성

주요 부분: 압축기, 응축기(실외기), 팽창밸브(밸브), 증발기

부속 장치: 유분리기, 액분리기, 수액기, 압력계이지, 필터, 인버터 등



2.2.1 냉동기의 종류

- 전기 구동식 냉동기는 냉매의 압축방식, 압축기의 구조, 압축단수, 작동방식, 실린더수, 실린더 배열방식, 회전수, 압축기의 연결방식 등 다양한 방법으로 분류할 수 있다.
- 일반적으로 현장에서는 냉매압축방식에 따라 왕복동, 터보, 스크류, 스크롤식으로 분류하고 있다.

구분	형식	비고	
증기압축식	왕복동식	소형	
	원심형	공조, 빙축열용	
	흡수형	시스템A/C, HP	
	원심형	원심식(터보)	공조용
흡수식	흡수형	흡수식	공조용

1) 스크류 냉동기

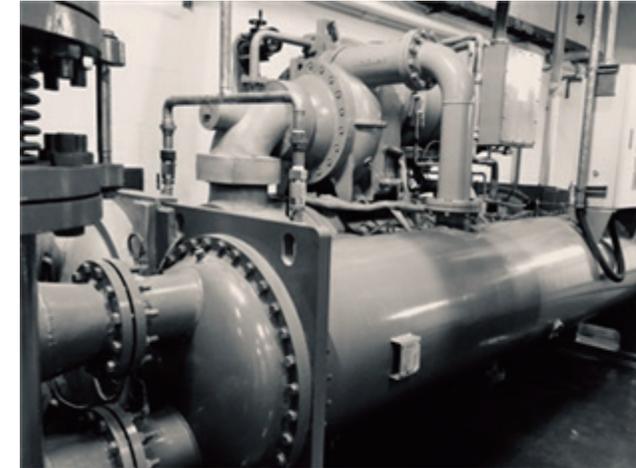
- 스크류 냉동기는 서로 맞물려 돌아가는 암나사와 숫나사의 나선형 로우터가 일정한 방향으로 회전하면서 흡입된 냉매증기를 연속적으로 압축시키는 동시에 배출한다.
- 케이싱 압축축에 용량제어용 슬라이드 밸브가 내장되어 있고 냉매가스와 함께 송출되는 오일을 분리 회수시키는 오일회수기와 분리된 기름을 냉각시키는 오일 냉각기, 윤활유펌프로 구성되어 있다.
- 빙축열용으로 사용되는 스크류 냉동기의 경우 팽창밸브 고온과 저온용으로 구분되어 설치되어 있거나, 고저온에 대응할 수 있는 타입의 팽창밸브가 붙어있다.
- 용량에 비해 소형 경량으로 설치면적과 진동이 작고, 20~100%의 용량제어가 가능하며 자동운전에 적합하다.
- 밸브와 피스톤이 없어 액격 및 유격이 적고 수명이 길며 연속운전이 가능한 장점이 있으나 오일회수기 및 오일냉각기가 크고 경부하시 동력이 크며 소음도 크다. 그리고 분해 조립시 정비에 특수한 기술을 요하는 것이 단점이다.



스크류 냉동기

2) 터보냉동기

- 원심력을 이용하여 냉매를 압축하는 형식이며, 흡입하는 냉매의 체적은 크지만 압축비를 크게 하는 것은 곤란하므로 냉매증기의 비중량이 작고 압축비가 큰 경우에는 다단압축을 하여야한다.
- 한 대로 대용량의 설비가 가능하며 용량에 비해 소형으로 진동이 적고, 응축기에서 응축이 되지 않는 경우에도 이상고압이 되지 않는 장점이 있으나, 소용량화 하면 효율이 감소하고 부하가 감소하면 서징*이 발생한다.
- * Surging : 원심 압축기나 펌프 등에서 일어나는 현상으로, 유체의 배출 압력과 배출량이 주기적으로 변동하여 진동과 소음을 일으켜 작동하지 않는 현상
- 흡입관 및 배출관이 굽어지므로 브라인식이 필요하며 팩키지형으로 하지 않으면 설치가 곤란하다.
- 빙축열용 터보형 냉동기의 경우 압축비를 크게 할 수 없고, 대용량의 기체 압축이 가능하므로 사용되는 냉매는 R-134a, R-123 등을 사용하고 있으며, R-11의 경우는 사용이 제한되어진 관계로 거의 사용되지 않는다.



터보 냉동기

3) 왕복동 냉동기

- 왕복동 냉동기는 피스톤의 왕복운동에 의해 냉매를 흡입, 압축, 배출 하게 된다.
- 실린더의 설치위치에 따라 입형 및 횡형이 있고, 냉매의 팽창위치에 따라 직접 팽창식 (냉매를 냉각코일에서 직접 팽창시켜 냉방용 순환공기를 순환 시키는 형식)과, 증발기에 순환하는 냉수를 냉각시키는 냉수식이 있다.
- 성적계수는 다른 압축기에 비해 다소 낮으나 일단 Turbo식에 비해 압축기를 높게 하는 것이 용이하며, Surging의 염려가 없고, 50kW 이하의 공기열 Heat Pump에 적당하나 소음진동이 심하다.



왕복동 냉동기

4) 스크롤 냉동기

- 스크롤 압축기는 로터리 압축기의 일종으로 스크롤 형상 부품 2개를 상대적으로 운동시켜서 가스를 압축하는 방식이다.
- 밀폐식 스크롤압축기는 왕복동 압축기나 로터리 압축기에 비해 ①토크 변동이 적고, ②흡입밸브나 토출밸브가 필요 없으며, ③압축요소의 미끄럼 속도가 낮다. 그리고 ④ 압축실 사이에서 작동가스의 누설은 적으며, ⑤부품수가 적기 때문에 고효율, 저소음, 저진동, 높은 신뢰도를 기대할 수 있다.
- 스크롤 압축기의 구조는 평판(경판)상에 스크롤 형상의 날개(랩:wrap)를 가진 고정부의 고정스크롤과 회전부인 회전스크롤을 양쪽 랩의 위상을 180도 돌려 서로 접하도록 조합되어있다.
- 양쪽 랩은 기본적으로 동형으로 인볼류트 곡선으로 되어 있으며, 회전 스크롤과 고정 스크롤에 의해 초생달 모양의 밀폐공간(압축실)이 동시에 4개 생기게 된다.
- 이 밀폐공간은 바깥쪽 일수록 크고, 중심쪽에 가까울수록 작게 되어 있어 외주에 흡입실을, 중심부에 토출구를 가지고 있으므로 회전운동에 의해 냉매가스를 압축할 수 있다.
- 흡입밸브 및 토출밸브가 불필요하며 흡입측으로 재팽창 하는 클리어런스 체적이 없다. 스크롤 압축기의 성능은 왕복동 압축기에 비해 체적효율이 30%, 전단열효율이 10% 정도 높게 나타난다.



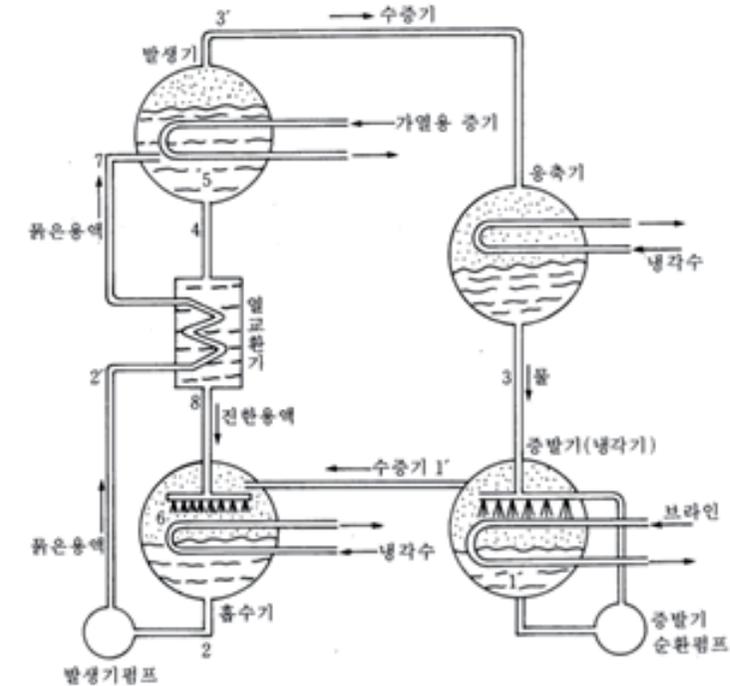
스크롤 냉동기



스크롤 압축기 단면도

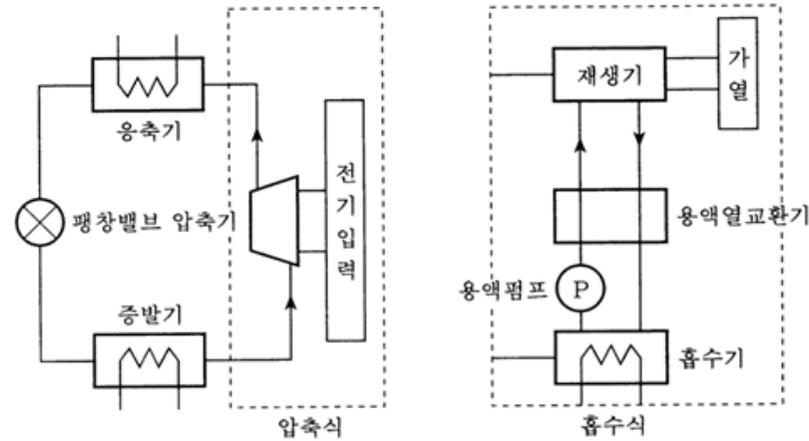
5) 흡수식 냉동기

- 흡수식 냉동기의 일반적인 냉매는 물이며, 흡수액은 리튬브로마이드(LiBr) 수용액을 사용한다. 진공 펌프 등으로 감압한 냉매(물)는 증발기 안에서 증발(냉각작용)하고, 이 냉매가스(수증기)를 흡수기에서 흡수액에 흡수시킨다.



흡수식 냉동기

- 물을 흡수하여 얇게 된 흡수액은 재생기(발생기)에 보내어 증기 등으로 가열시키고, 수증기는 응축기에 들어가 냉각되어 액화된다. 이 액화된 물이 증발기에 보내어져서 사이클을 이룬다. 그리고 재생기에서 수증기를 방출하여 진하게 된 흡수액은 다시 흡수기에 보내어진다.



압축식과 흡수식 냉동기

- 전기 압축식 냉동기와 다르게 흡수식 냉동기는 흡수액을 통해 냉매를 효율적으로 증발시켜 냉동목적을 달성한다.
- 흡수식 냉동기는 압축식 냉동기에 비교하여 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

- ① 기계적인 압축 기구를 가지고 있지 않으므로 진동이나 소음이 적고, 건물의 어느 위치에서도 용이하게 설치할 수 있다.
- ② 운전 압력이 낮고, 고압가스를 사용하지 않기 때문에 설비전력이나, 전력 소비량이 적다.
- ③ 용량 제어 특성이 좋고, 대응할 수 있는 부하의 범위도 넓다.
- ④ 가열원으로 증기, 온수, 직접 가열 에너지(연료) 등을 필요로 한다.
- ⑤ 고온측의 방열량이 압축식의 2배 정도이며, 냉각탑의 용량이 커져서 냉각수 온도의 제어를 필요로 하는 경우가 많다.
- ⑥ 냉수온도는 일반적으로 7°C이다.
- ⑦ 냉동장치 내부의 진공도가 높아 추기(bleeding) 조작이 필요하다.



흡수식 냉수기/냉동기 사진출처 : LG 전자

2.2.2 냉동기의 에너지 절약 포인트

적정 냉매량 유지 / 주변환경과 운전 최적화 / 보온 및 단열

1) 적정 냉매량 유지

- 냉매의 흐름이 원활하지 못하면 전열량에 영향을 주어 냉동능력이 감소하므로 냉매가 부족하거나 과충진 되지 않도록 적정량을 유지관리하는 것이 냉동기 효율저하를 방지한다.
- 냉매가 부족할 경우 부하에 대응하기 위해 저압측의 압력강하가 심하게 나타나고, 과도할 경우 증발기에서 냉매가 습증기 상태로 압축기에 유입되어 적상 등이 발생하게 된다.

2) 냉동기 설치/운영 환경 최적화

- 여름철 직사광선을 직접 받을 수 있는 장소에 냉동기를 설치하면 응축기(실외기)가 복사열에 노출되어 냉각 효과가 감소한다.
- 냉동능력이 필요한 위치 등을 고려한 냉동기 설치 운영의 최적화는 냉동 효율을 증가시키는 요인으로 작용할 수 있다.

3) 응축압력 최적화

- 냉동기에서 냉매의 증발압력과 응축압력의 적정 유지는 대단히 중요하다.
- 응축압력은 가능하면 낮게 운전하는 것이 좋으나 너무 낮을 시에는 팽창밸브에서 냉매 팽창 능력의 저하를 초래하여 냉매 순환 장애를 일으켜 오히려 효율저하 및 냉동능력 저하를 초래하므로 유의할 필요가 있다.
- 증발압력은 가능한 높게 유지하여 압축비가 적도록 한다.

4) 냉매 및 냉수 배관의 보온

- 냉매 및 냉수 배관의 온도는 주변 온도보다 낮아서 열 손실이 발생할 수 있다. 이렇게

설비와 주변 온도 간에 온도 차가 발생할 수 있는 모든 설비에서는 보온이 열 손실을 막는 주요 포인트가 된다.

2.2.3 냉동기의 선정

- 상기 냉동기 종류를 이해하고, 제조공정에 필요한 냉동능력(공간크기, 유지온도 등), 가동시간, 계절적 변경범위, 에너지효율등급, 유지보수조건, 부하변동 등을 고려하여 선정하는 것이 중요하다.
- 흡수식 냉동기는 난방 대응도 가능하지만 폐열 등을 사용하지 않는 이상 연료비용이 필요할 수 있으므로 경제성 평가를 정확히 하여야 한다.
- 경제성 평가시 초기 설치비만 고려하지 말고, 연간 유지비(연료비 포함)를 고려하여 에너지 고효율 설비 도입(연료비 절감 등)과 정부지원금 혜택에 따른 초기 투자비용 회수기간을 고려하여 선정하여야 한다.
- 상기 에너지 절약 포인트가 어느정도 반영되고 보장되는지 확인하고, 공급사에서 보증할 수 있는 기술이 적용되었는지 확인하는 것이 매우 중요하다.

2.3. 공기압축기

- 식품 제조설비(전처리, 가공, 이송, 포장) 중에 실린더, 모터, 회전작동기 등 압축된 공기로 작동하는 설비가 많아서 공기압축기는 매우 중요한 유틸리티이며, 단일 설비로는 공통적으로 전력을 다량 소비하고 있다.
- 공기압축기는 전동기, 내연기관, 증기터빈 등의 원동기로 피스톤(piston), 스크류(screw), 로터(rotor), 톱니바퀴 등 여러 형태의 액츄에이터(actuator)를 구동하여 역학적인 에너지가 공기로 전달되도록 하는 구조를 가진다.
- 구동축에 가해지는 축 동력을 공기의 에너지로 변환하는 기계라고 할 수 있다.
- 토출압력이 0.1MPa 이상, 또는 압력비가 2.0 이상인 경우 일반적으로 압축기를 사용하고, 이보다 낮을 경우에는 송풍기(blower), 팬(fan)을 사용한다.

구성

동력원: 전동기처럼 전기, 연료 등을 기계적인 동력으로 변환

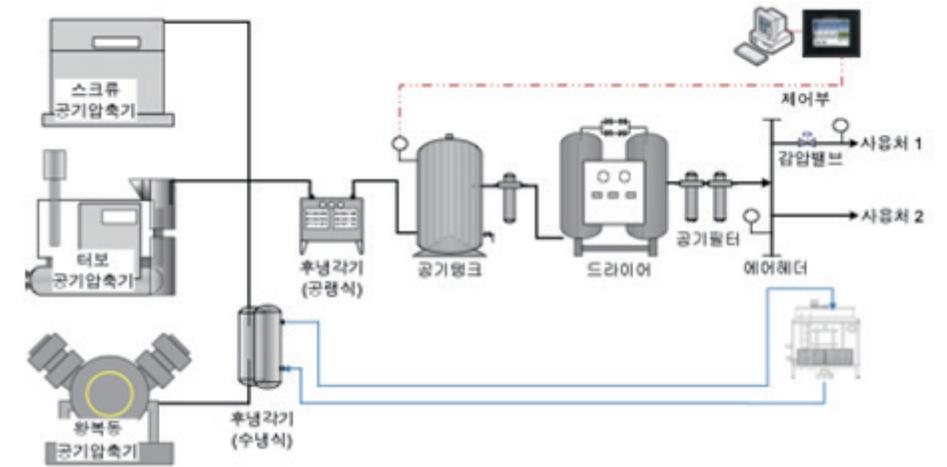
공기압 발생부: 공기압축기, 후 냉각기, 공기탱크

공기 청정화부: 필터, 드레인 분리기(배출기), 미스트 분리기, 건조기(Dryer)

제어부: 감압밸브, 순환기, 방향제어밸브, 속도제어밸브

작동부(actuator): 압축공기 에너지를 기계적인 에너지로 변환하여 일을 수행

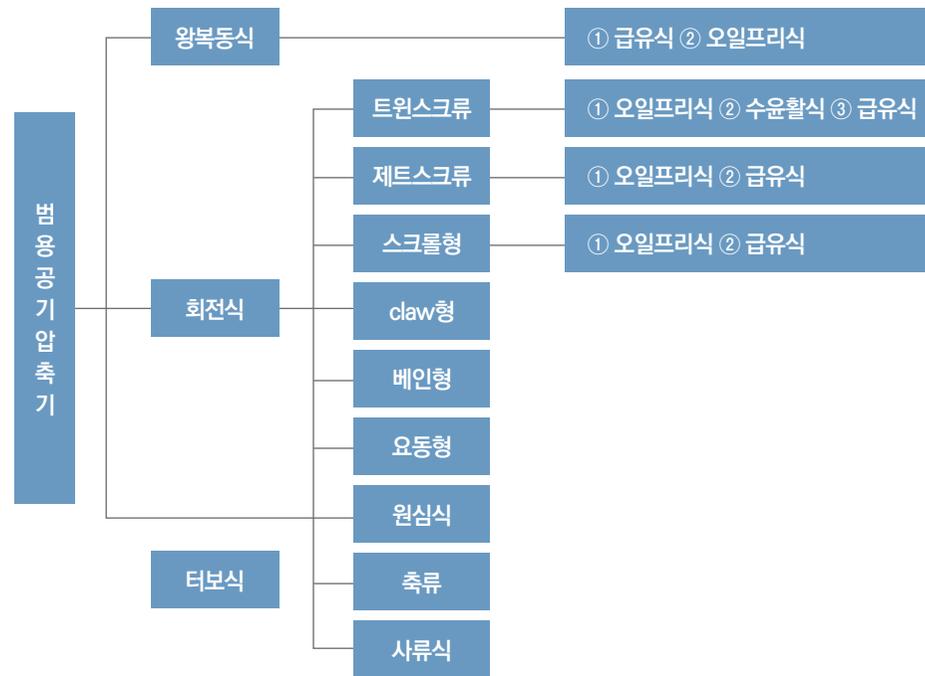
공기압실린더(직선왕복운동), 로터리 액츄에이터(요동운동) 등 용도에 따라 매우 다양한 종류의 일을 한다.



공기압축 시스템

2.3.1 공기압축기의 분류

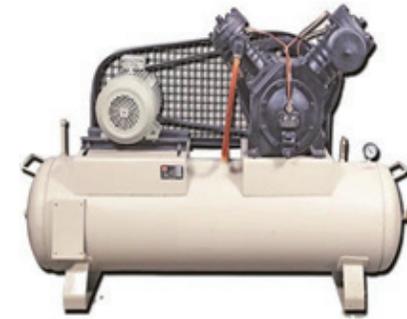
- 산업계에서 주로 사용되고 있는 공기압축기는 냉각방식에 따라 공랭식과 수냉식이 있고, 압축방법에 따라 용적형(왕복동식, 회전식)과 공기역학형(터보식)으로 분류 할 수 있다.



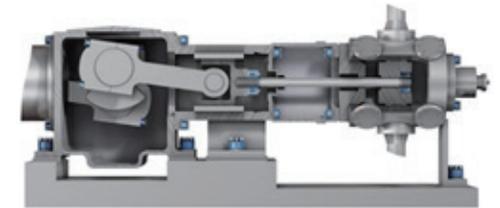
공기압축기의 종류

1) 왕복동식

- 왕복동식 공기압축기의 압축원리는 실린더 내에 있는 피스톤의 압축작용(왕복 용적형)으로 공기를 압축한다. 압축 단수는 2단 압축에서 20단까지 가능하다.
- 공기량은 일반적으로 120m³/min 까지 생산할 수 있으며, 그 이상은 기계적인 효율, 진동이 문제가 된다.
- 압력 변화에 따른 유량의 변동이 작으며, 유량의 한계가 있어 공기사용량이 많은 공정에는 부적합하다. 현장 공기량의 소요에 따라 100%, 75%, 50%, 25%, 0%의 5단계 부하조절이 가능하다.
- 제어방법으로는 언로더 피스톤밸브를 조작 흡입밸브를 개방상태로 하여 운전 한다. Surging 현상이 없으며, 전부하, 부분부하 모두 높은 효율로 운전 가능하다.



왕복동 압축기



왕복동 압축기 실린더

2) 회전식

- 밀폐된 케이싱내 암·수 로타가 맞물려, 회전할 때 점진적 체적감소를 통해 공기를 압축(회전식 용적형)한다. 압축 단수는 2단 압축에서 8단까지 가능하다. 일반적으로 공기량이 $60m^3/mim$ 이하인 경우 터보식보다 전력이 절감된다.
- 압력은 왕복동 압축기보다 작으나, 공기 유량이 크다. 모듈레이션(Modulation) 방법으로 0~100%까지 무 단계적으로 흡입공기량을 조절할 수 있다.
- 제어방법으로 흡입밸브가 없으므로 언로더 역할을 하는 드로틀 밸브로 흡입구의 압력이 일정하게 유지되도록 비례적으로 교축하여 제어(정압제어 불가능)가 가능하다. Surging 현상이 없으며, 전부하, 부분부하 모두 높은 효율로 운전 가능하며 인버터가 장착된 압축기가 있다.



스크류 공기압축기



스크류 공기압축기 로터

3) 터보식

- 임펠라를 고속 회전시켜 공기의 속도를 높이고 디퓨저를 통해 속도에너지를 압력에너지로 전환시켜(원심식) 공기를 압축한다. 3단 압축까지 가능하며 $50m^3/mim$ 이상 한계 없이 제작할 수 있다
- 유량을 압력변동 없이 조절할 수 있으며, 다른 종류의 압축기 보다 전력당 많은 유량을 생산할 수 있다. Surging 영역이 있으므로 100~70%정도 구간의 부하운전이 가능하고 50% 용량 요구시는 여분의 압축공기를 방출 한다.
- 제어방법은 인렛 가이드 베인을 공기 사용량에 따라 연속적으로 흡입 용량을 조절(정압제어)한다. 70%부하 운전점이 하한선 이므로 그 이하 운전시 대책이 필요하다. 전부하, 부분부하 모두 아주 높은 효율로 운전 가능하다.



터보 공기압축기



터보 공기압축기 임펠라

4) 공기압축기 종류별 특징

[표] 공기압축기 종류별 특징

비교	왕복동식	회전식	터보식
압축 원리	실린더내에 있는 피스톤의 압축작용 (왕복 용적형)	밀폐된 케이싱내의 압수로 타가 맞물려 회전할 때 점진적 체적감소를 통한 압축(회전식 용적형)	임펠러를 고속 회전시켜 공기의 속도를 높이고 디퓨저를 통해 속도에너지를 압력에너지로 전환 시킴(원심식)
압축 단수	2단 압축(20단까지 가능)	2단 압축(8단까지 가능)	3단 압축
공기량	일반적으로 120m³/mim까지 생산할 수 있으며, 그 이상은 기계적인 효율, 진동이 문제가 된다.	60m³/mim이하인 경우 터보식보다 전력료가 저렴	50m³/mim이상 한계 없이 제작할 수 있다
운전 특징	높은 압력 변화에 따른 유량의 변동이 작으며, 유량의 한계가 있어 공기사용량이 많은 공정에는 부적합	압력은 왕복동 압축기보다 작으나, 공기 유량이 크다	유량을 압력변동 없이 조절할 수 있으며, 다른 종류의 압축기 보다 전력당 많은 유량을 생산할 수 있다.
용량 제어	현장 공기량의 소요에 따라 100,75,50,25,0%의 5단계부하조절이 가능	Modulation방법으로 0~100% 까지 무 단계적으로 흡입공기량을 조절할 수 있음.	Surging 영역이 있으므로 100~70%정도 구간의 부하운전이 가능하고 50%용량 요구시는 여분의 압축공기를 방출
제어 방법	엔로더 피스톤밸브를 조작 흡입밸브를 개방상태로 하여 운전	흡입밸브가 없으므로 엔로더 역할을 하는 드로틀 밸브로 흡입구의 압력이 일정하게 유지되도록 비례적으로 교축하여 제어 (정압제어 불가능)	인렛 가이드 베인을 공기 사용량에 따라 연속적으로 흡입 용량을 조절 (정압제어)
Surging	없음	없음	70%부하운전점이 하한선 이므로 그 이하 운전시 대책 필요
효율	전부하 : 높음 부분부하 : 높음	전부하 : 높음 부분부하 : 높음	전부하 : 아주 높음 부분부하 : 아주 높음
비교		인버터 장착된 압축기가 있음	

출처 : 한국에너지공단 EG-tips

2.3.2 공기압축기의 에너지 절약 포인트

- 다른 유틸리티 설비에 비해 효율이 매우 낮아 관심을 가지고 운전하는 것만으로도 온실가스 감축효과를 기대할 수 있지만, 생각보다 많은 사업장에서 고장 등의 문제가 발생하기 전까지는 에너지 손실이 큰 채로 방치하는 경우가 많다.

1) 압축 공기시스템 누설(leak) 최소화

- 압축공기도 에너지이므로 누설은 에너지(전력 등) 손실이 된다. 생산라인이 가동하지 않는 상태에서 압축공기 탱크의 용량게이지가 준다면 리크를 의심해야 한다.
- 압축공기 누설은 눈에 보이지 않고, 소리도 냄새도 없다. 따라서 정기적인 오일주입, 가스켓 교환, 배관 재질 선정기준과 여유율 관리, 용접 등 파손부위 점검, 청소 등 일상적인 관리활동으로 예방하고 보수하여야 한다.

2) 압축 공기시스템 설치/운영 환경 최적화: 온도, 청정도 및 습도

- 공기압축기는 소음진동 배출시설이므로 최대한 밀폐하려 하지만 설치/운영 환경은 공기압축기 성능과 밀접한 관계가 있다.
- 공기압축기 주변의 온도가 높으면 공기압축기 효율은 낮아진다. 흡입공기 온도가 3℃ 상승할 때마다 공기생산량은 1%씩 감소한다.
- 청정도가 낮으면 필터를 오염시켜 흡입압력이 커지고 소비동력이 증가한다. 습도가 높으면 압축공기의 수분 함량이 증가하여 건조기(Dryer)에서의 에너지 손실이 증가한다.

3) 토출압축의 최적화(배관설계 최적화)

- 공기압축기의 토출압력을 필요 이상 높게 공급하면 소비동력이 증가한다. 예로 0.7MPa에서 0.6MPa로 0.1MPa 낮췄을 경우 약 10%의 소비동력을 줄일 수 있다.

4) 에너지원의 대체(압축공기 사용처 제거)

- 압축공기는 어쩔 수 없이 누설이 있을 수밖에 없는 에너지다. 다른 에너지원 대체가 효

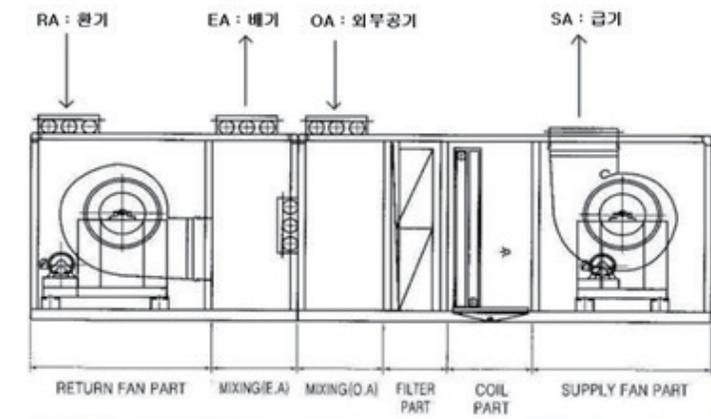
2.4. 공기조화

올적이면 검토하는 것이 필요하다. 압축공기를 사용하는 Air Tool을 전동기로 교체하는 것도 효율적인 측면에서는 유리할 수 있다.

2.3.3 공기압축기의 선정

- 압축공기를 사용하려는 기계, 장비, 공구 등에 대해서 작동압력, 소비량, 품질, 가동시간, 가동조건 등을 따져서 필요한 용량을 선정하고 효율적인 종류의 공기압축시스템을 구성한다.
- 설치 장소의 계절별 주위 온도, 습도, 먼지농도, 고도, 통풍 조건 등을 고려하여 최적의 환경조성을 포함한다.
- 노점, 압력강하, 발열량 등을 고려하여 배관의 재질과 배치를 선정하고, 제습조치를 고려한다.
- 유지관리가 용이하도록 실시간, 정기 모니터링 방법 등을 적용하고, 수리와 소모품 교환시기를 설정한다.
- 상기 에너지절감 포인트가 고려된 기술과 관리방식이 적용되었는지 확인한다.

- 공조설비란 사무실 및 공장의 온도, 습도, 유해 기체 농도, 분진 농도 등을 조절하는 설비이다. 온도 및 습도의 조절을 위해 냉동기와 보일러가 같이 가동되며, 냉난방설비는 온도 조절을 위해 설치·운영되고 있다.
- 공조설비 및 냉난방 설비에 대한 에너지 절약활동은 냉난방 온도, 쿨비즈 등의 활동을 통한 운영방법 개선과 고효율 냉난방 설비교체를 통한 설비 개선 방법이 있으며, 조명설비 개선활동과 같이 기업에서 쉽게 접근 할 수 있는 절감 활동 중 하나지만, 운영방법 개선에 있어서는 임직원의 이해와 참여가 전제되어야 한다.
- 일반적인 연구 결과를 보면 HVAC(Heating, Ventilation, Air Conditioning) 시스템에서 냉각기/열펌프가약 60 %의 에너지를 사용하고 주변 장치에서 나머지 60 %를 소비하는 것으로 나타났다.
- 공기조화의 목적은 대상 건축물의 기능성과 일체화 시켜 임의의 주어진 공간에 온도, 습도, 기류, 청정도 등을 만족시키도록 공기를 조정하는 것이다. 건축물의 공조설비는 건축비, 에너지 소비량, 최대부하시의 에너지량, 시스템의 공간구성, 열원의 공급시스템 및 자동제어, 정보관리를 수반하는 관제방식 등이 건물의 제반조건과 균형이 이루어져야한다.
- 공기조화방식에는 전공기방식, 수-공기방식, 전수(全水)방식, 복사 냉난방방식, 개별공조방식, 특수공조방식 등이 있다.



공조기 도해도

2.4.1 공기조화의 선정

- 건물의 특정한 용도에 적합한 공기조화방식을 정하고자 할 때, 우선 단위면적당의 설비비와 운전비를 충분히 고려해야 한다. 공조계획을 진행함에 있어 기본계획 시점에서 건물전체의 수준을 염두에 두어, 공조 설비의 수준에 대한 등급을 고려해야 한다.
- 공기조화의 수준을 좌우하는 주요항목으로는 다음과 같은 것이 있다.

- 각방의 제어성
- 온,습도의 제어성
- 공조장치의 제어성
- 운전기간
- 용도변경에 대한 신속성

1) 구역계획

- 공기조화설비에 있어서 건물 내를 몇 개의 구역으로 나누어 각 구역에 몇 개의 덕트(또는 냉온수관)를 설치하여 각기 희망하는 조건이 되도록 공기 조화하는 것을 구역방식(zoning)이라 하며, 것처럼 구분된 영역을 구역(zone)이라 한다.
- 구역방식을 사용하면 운전비를 절약할 수 있고, 건물의 공조를 보다 더 정밀 하게 할 수 있다.

예) 사방이 유리창으로 둘러싸인 건물

유리창이 있는 바깥 구분은 외부구역(exterior zone)으로서, 동서남북 네 구역으로 다시 나누어진다. 그리고 안쪽 부분을 내부구역(interior zone)이라고 하는데 내부구역에는 난방 부하가 거의 없고 전등과 사람에 의해 냉방부하만 있을 뿐이다. 그러나 외부구역은 시간과 방향에 따라 그 부하가 크게 달라진다. 동쪽 외부구역은 아침 8시에 냉방부하가 최대가 되면 서쪽 외부 구역에서는 오후 4시에 최대부하가 된다.

- 구역방식에는 사용별 구역방식이 있다. 이것은 각방의 사용시간이나 원하는 온, 습도에 따라 공기조화를 하는 방법이다. 사무실 건축에서 건축의 일부에서만 야근을 할 때 그 일부분 때문에 건물 전체를 공조할 수는 없다. 따라서 이런 경우 부분적인 공기조화의 방식을 채용하여야 한다.
- 지금까지의 공기조화는 구역별 온도제어를 하여 왔으나, 고층건물의 구조가 경량화 되어감에 따라 건물의 열용량이 적어진다. 따라서, 외부 열환경 조건(특히 온도)에 따라 실내 온도의 변동이 지금까지보다 커지므로, 보다 더 정밀한 개별제어를 필요하게 된다.

2) 공기조화방식의 분류별 특징 이해

- 공기방식의 분류방법에 따라 여러 가지 방법이 있지만 일반적으로 아래표와 같이 중앙방식과 개별방식으로 나눌 수 있다.

[표] 공기조화 방식의 분류

구분	열매에 의한 분류	시스템 명칭
중앙방식	전공기방식	정풍량 단일덕트 방식
		변풍량 단일덕트 방식
	공기-수방식	이중덕트 방식
		팬코일 유닛 덕트병용 방식
	수방식	인덕션 유닛 방식
개별방식	냉매방식	복사냉난방 방식
		팬코일 유닛 방식
		룸 에어컨

- 열원을 집중되게 설치한 것이 중앙방식이고, 분산 설치하는 것이 개별방식이다. 중앙방식은 산업용 공기조화설비의 시초라고도 할 수 있고, 지금도 기본적인 방식이다. 일반적으로 중앙기계실에 열원인 냉동기와 보일러를 설치하고, 부가적으로 설치되어 있는 공조기를 이용하여 공기 조화를 한다.

- 개별방식, 즉 패키지 유닛이라고도 하는 압축기를 내장하고 있는 유닛을 필요에 따라 분산 설치하는 방식으로 가정용으로 발전하여 온 유닛을 고급화, 대형화하여 간편성이라는 장점을 살려 근래에 이 방식을 채택하는 건물이 늘어나고 있다.

(1) 전공기방식

- 공조기에서 만들어진 냉풍 또는 온풍을 덕트를 이용해서 실내까지 송풍하여 공조하는 방법을 전공기방식이라 한다. 전공기방식이 적합한 건물로서는 사무실 빌딩, 병원의 내부 존, 청정도가 요구되는 병원의 수술실, 공장, 배기 풍량이 많은 연구소, 식당, 극장 등이 있다. 전공기방식은 다음과 같은 특징이 있다.

장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> - 청정도가 높은 공조, 환기 제어, 소음 제어에 적합하다. - 중앙 집중이므로 운전, 보수가 집중화되어 있다. - 공조하고 있는 방에 드레인관과 필터와 전원이 필요 없다. - 외기냉방이 가능하다. - 배열회수장치를 사용하기 쉽다. - 대량의 배기량에도 적응성이 있다. - 겨울철 가습이 용이하다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 덕트가 대형화됨에 따라 차지하는 공간도 커진다. - 존 마다에 공기 밸런스 기구를 가지고 있지 않으면 공기밸런스가 어려워진다. - 송풍 동력이 크고, 다른 방식에 비해 반송 동력이 커진다. - 대형의 공조실을 필요로 한다.

(2) 공기-수방식

- 공기와 물을 이용하여 열을 이동시키는 방식으로 이 방식은 사무실, 병원, 호텔 등의 다실 건물의 외부 존에 주로 한다. 다음과 같은 특징이 있다.

장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> - 부하가 큰 방이더라도 덕트는 작다. - 전 공기 방식에 비해서 반송력이 작아도 된다. - 유닛마다 제어를 하면 개별제어가 가능하다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 유닛필터에 고성능 필터를 사용할 수 없다. - 필터의 보수, 기기의 점검횟수가 증가하고, 관리량도 증가한다. - 실내의 기기를 바닥 면에 설치되므로 사용할 수 있는 유효면적이 적다.

2.4.2 공기조화의 에너지 절약 포인트

- 산업체 공조는 하절기와 동절기 에너지 소비량을 높이는 주요 요인이다. 공조는 공기의 온도, 습도, 청정도 및 기류분포를 공기조화가 필요한 공간의 요구에 일치하도록 처리하는 공정으로 정의한다.
- 쾌적한 실내 공기를 유지하기 위해서 주목해야 할 것은 설정 온도가 아닌 실제 온도이다. 또한 온도 뿐만 아니라 공기의 질과 습도 등에도 세밀한 관리가 필요하다.
- 제조현장 등에서 요구하는 실내 공기의 품질을 최소의 에너지 사용으로 달성하려는 노력이 필요하다.

1) 적절한 온도, 습도 관리

- 공조 시스템은 산업체에서 주어진 운전 조건에 따라 적절한 온도, 습도를 관리해야 한다. 예로 실내 사무실의 동절기 유지 온도는 18℃이다. 난방 온도를 1℃ 올리게 되면 에너지는 10% 증가할 수 있다.
- 습도 관리 역시 식품 산업에서 중요한 공조 시스템이다. 생산 제품에 맞는 적정 습도 유지는 생산 제품의 품질과 밀접한 관계이므로 철저한 관리가 필요하다.

에어컨 사용 기준				에어컨 이용 주의사항	
	설정 기준	목표 실온	설정 온도		
하절기(냉방)	실온 28도 이상	28℃	27℃	1. 에어컨을 켜는 사람은 000입니다.	
동절기(난방)	실온 20도 미만	20℃	21℃	2. 이동이 있는 경우 000이 끕니다.	
				3. 설정온도 변경을 희망할 경우 00에게 문의해 주세요.	



공조 리모컨 근처에 표시한 사례

2) 공조기 운전 시간의 효율화

- 공조기 운전 시간 관리는 외기온도나 실내 온도의 상황을 파악하여 효과적으로 대응해야 에너지 낭비를 줄일 수 있다.

3) 외기 도입량의 적정화(공기 질 향상)

- 내부 공기 순환으로 공조 시스템을 운영할 경우 에너지 소비는 줄일 수 있으나 공기는 오염되고 나빠진다. 또 많은 양의 외기 공기를 유입할 경우 에너지 소비는 증가하지만 공기 질은 좋아진다. 그러므로 적정량의 외기 공기 유입으로 에너지 소비를 효율적으로 유지하면서 공기 질을 향상 시켜야 한다.



이산화탄소 농도계 예

4) 보온/단열

- 모든 건물과 생산 설비에 열이 존재하면 열의 손실을 막기 위한 보온은 필수이다. 하절기는 외부 열을 차단하고, 동절기는 내부 열을 차단하여 에너지 손실을 최소화해야 한다.



3.

식품업종 온실가스감축 지원사업



3.1. 지원사업개요

3.1.1 배출권거래제 온실가스 감축지원 사업

(1) 사업 목적

- 음식료품 업종 할당대상업체의 온실가스 감축설비 및 시스템 등의 도입으로 국가 온실가스 감축목표 달성에 기여
 - 온실가스 감축을 위한 「온실가스 감축수단 발굴컨설팅(에너지경영시스템(EnMS) 사전컨설팅) 지원사업」, 「온실가스 감축설비 구축지원 사업」, 「에너지경영시스템(EnMS) 구축지원 사업」, 「중소기업·신규진입자(중견기업) 제도대응 지원사업」 지원으로 효율적인 사업관리와 운영

(2) 지원대상

- 음식료품 업종 배출권거래제 할당대상업체 내 중소·중견기업 선정지원
 - * 선정된 할당대상업체는 농업기술실용화재단과 협약 후 컨설팅 및 설비업체 등과의 계약을 통해 사업진행
 - * 중소기업 및 신규 신청기업을 우선 지원하며, 예산 잔여액 발생 시 중견기업을 지원
- 온실가스 감축설비 구축지원 사업 대상설비(별표 1참조)

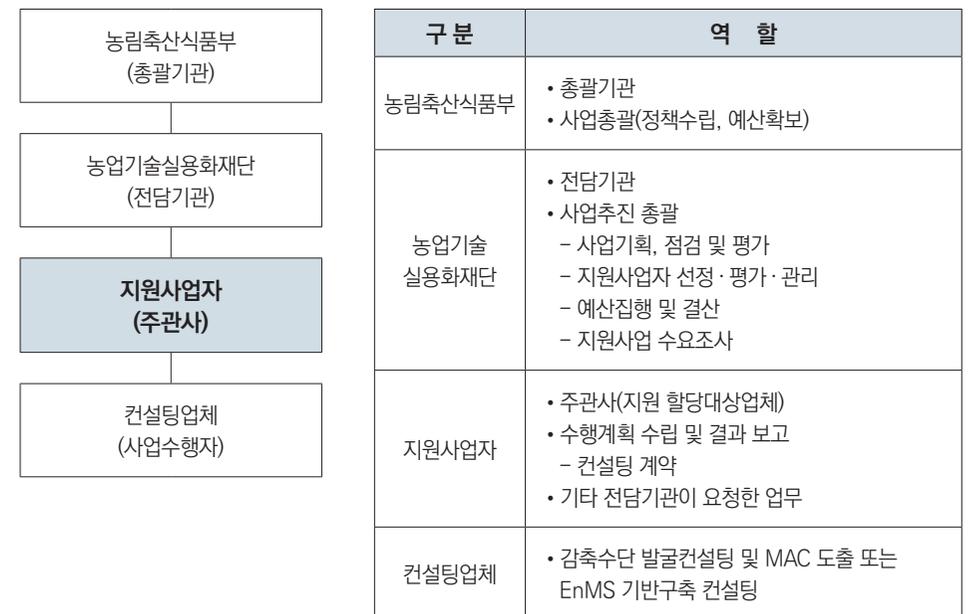
(3) 지원내용

- ① 온실가스 감축수단 발굴컨설팅(에너지경영시스템 사전컨설팅)
 - : 에너지 소비·온실가스 배출 특성을 고려한 컨설팅 지원
 - 온실가스 감축설비 구축지원 사업과 연계된 경우는 '감축수단 발굴컨설팅', 에너지 경영시스템 구축지원 사업과 연계된 경우는 '에너지경영시스템 사전컨설팅'을 실시
 - 업체별 최대 30백만원의 50%(부가세 제외)

- ② 온실가스 감축설비 구축: 온실가스 감축 구축 및 성과평가 지원 - 업체별 최대 600백만원의 50%(부가세 제외)
- ③ 에너지경영시스템(EnMS) 구축: 에너지경영시스템 구축 및 성과평가 지원
 - * EnMS(Energy Management System): 기업이 원가절감을 위해 최고경영자를 중심으로 에너지효율 향상 활동을 전사적·지속적으로 추진할 수 있는 에너지 관리 기법
- ④ 중소기업·신규진입자(중견기업) 제도대응: 명세서, 모니터링 계획변경, 할당 신청·조정·취소 등 제도대응 컨설팅 지원
 - 업체별 최대 6백만원의 50%(부가세 제외)
 - * 각 사업별로 총 사업비 한도를 초과하더라도 사업 신청은 가능하나, 총 사업비 초과분에 대해서는 업체 자부담 처리
 - * 성과검증비용(온실가스 감축설비 구축 및 에너지경영시스템 구축지원 사업 해당): 사업장별 또는 감축아이템별 5%(최대 5백만원 한도)

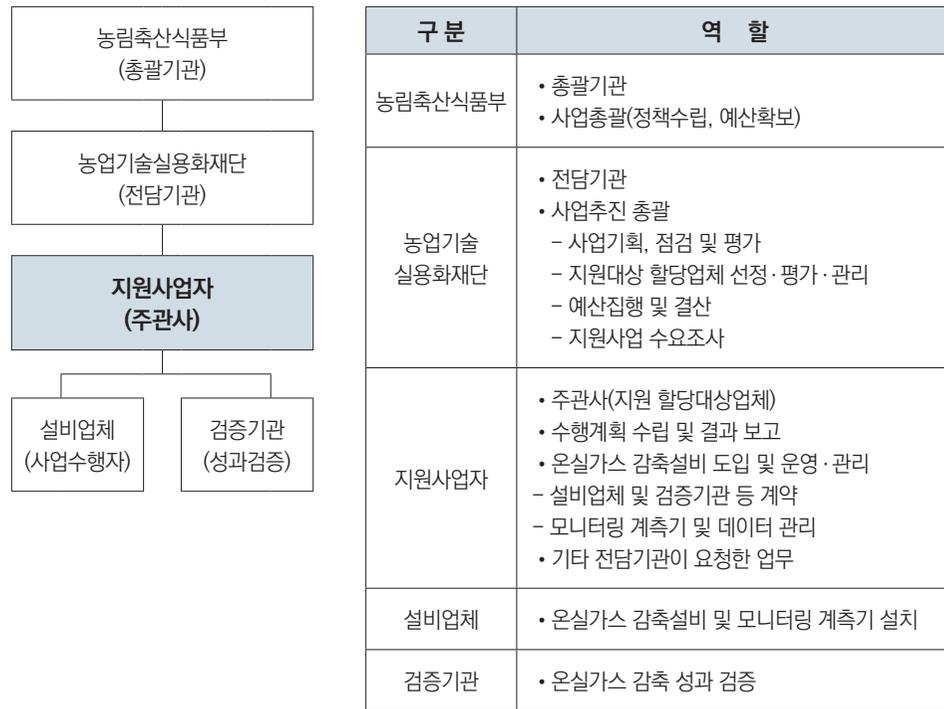
(4) 추진체계

① 온실가스 감축수단 발굴컨설팅(에너지경영시스템 사전컨설팅)



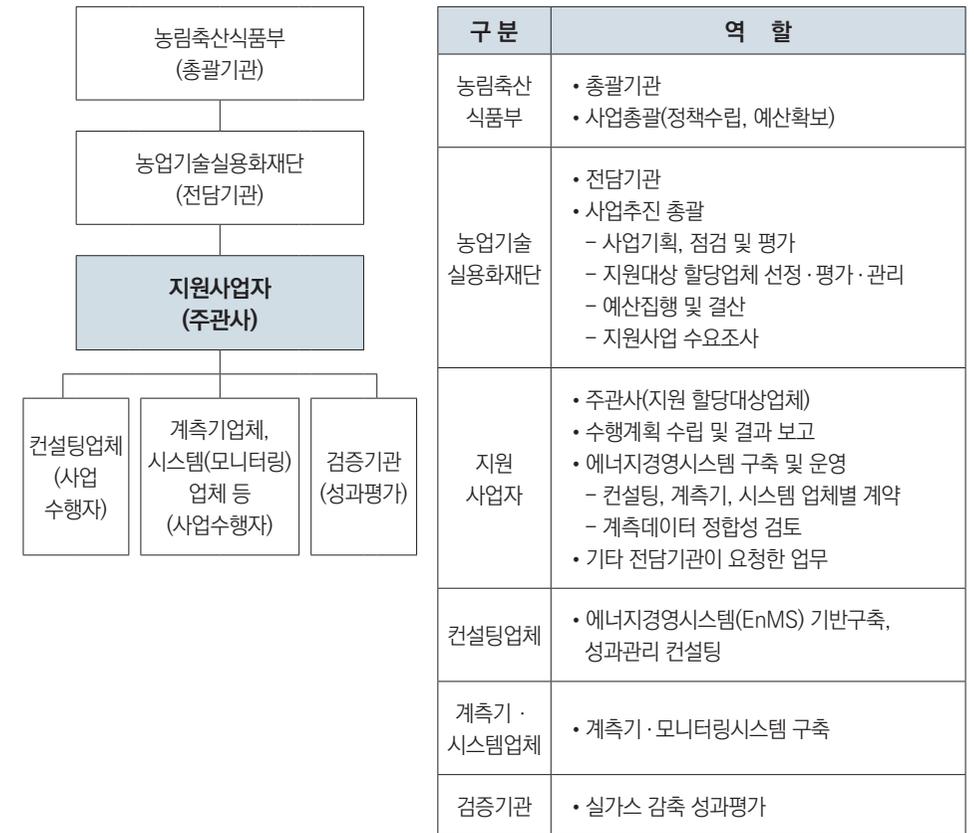
- * 신청 할당대상업체 및 컨설팅 업체는 관련 「법령」, 「지침」, 「운영 매뉴얼」 및 「사업 지원공고」 등의 제반내용을 준수하여야 하며, 기준 및 준수사항에 적합하지 않을 경우, 지원금의 지급보류 또는 사업 취소의 사유가 될 수 있음

② 온실가스 감축설비 구축 : 온실가스 감축 구축 및 성과평가 지원



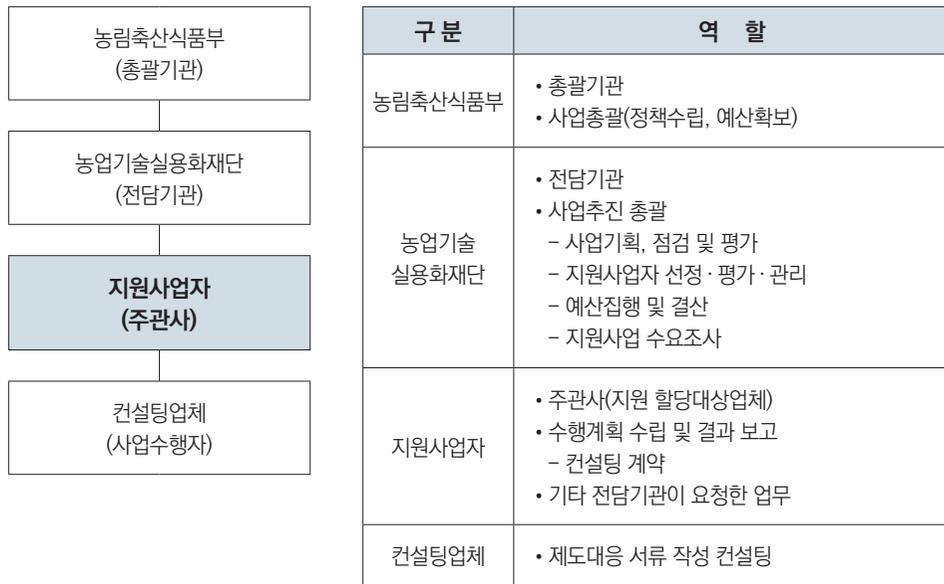
* 신청 할당대상업체 및 설비업체 등은 관련 「법령」, 「지침」, 「운영 매뉴얼」 및 「사업 지원공고」 등의 제반내용을 준수하여야 하며, 기준 및 준수사항에 적합하지 않을 경우, 지원금의 지급보류 또는 사업 취소의 사유가 될 수 있음

③ 에너지경영시스템(EnMS) 구축



* 신청 할당대상업체 및 설비업체 등은 관련 「법령」, 「지침」, 「운영 매뉴얼」 및 「사업 지원공고」 등의 제반내용을 준수하여야 하며, 기준 및 준수사항에 적합하지 않을 경우, 지원금의 지급보류 또는 사업 취소의 사유가 될 수 있음

④ 중소기업·신규진입자(중견기업) 제도대응 지원



* 신청 할당대상업체 및 컨설팅 업체는 관련 「법령」, 「지침」, 「운영 매뉴얼」 및 「사업 지원공고」 등의 제반내용을 준수하여야 하며, 기준 및 준수사항에 적합하지 않을 경우, 지원금의 지급보류 또는 사업 취소의 사유가 될 수 있음

3.1.2 식품업종 목표관리제 온실가스 감축 지원사업

(1) 사업 목적

- 식품부문 관리업체의 온실가스 감축확산을 위하여 온실가스 및 에너지 감축효과가 우수한 설비 및 에너지경영시스템(EnMS)* 보급 지원
 - 도입된 감축 설비의 성과검증(제3자 검증)을 실시하여 업체의 감축기술 도입 장벽 제거 및 감축기술 확산 활성화 도모
- * EnMS(Energy Management System): 기업이 원가절감을 위해 최고경영자를 중심으로 에너지효율 향상 활동을 전사적·지속적으로 추진할 수 있는 에너지 관리 기법

(2) 지원대상

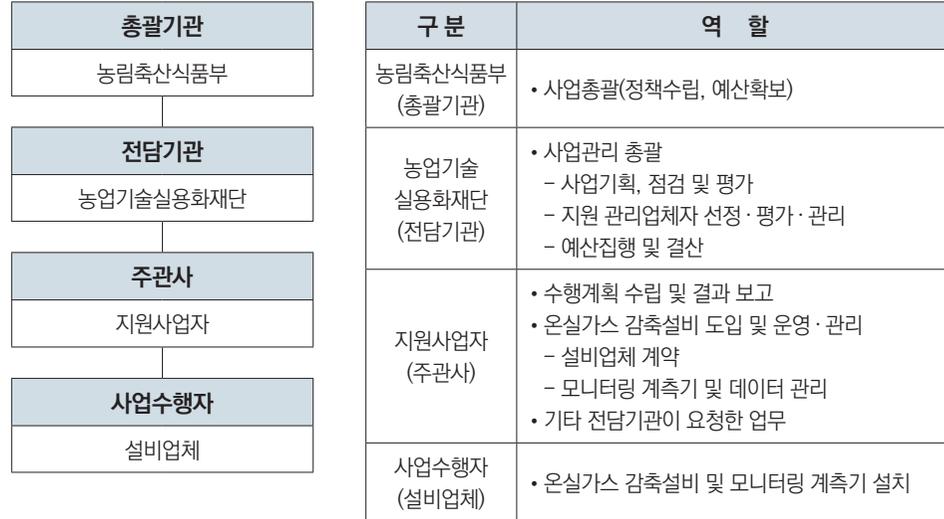
- 식품부문 목표관리업체 중 대기업 및 글로벌기업을 제외하고 신청 가능
- * '대기업'이란 공정거래위원회에서 지정한 상호출자제한기업집단 및 소속회사
- * 중소기업 및 신규 신청기업을 우선 지원하며, 예산 잔여액 발생 시 중견기업을 지원

(3) 지원내용

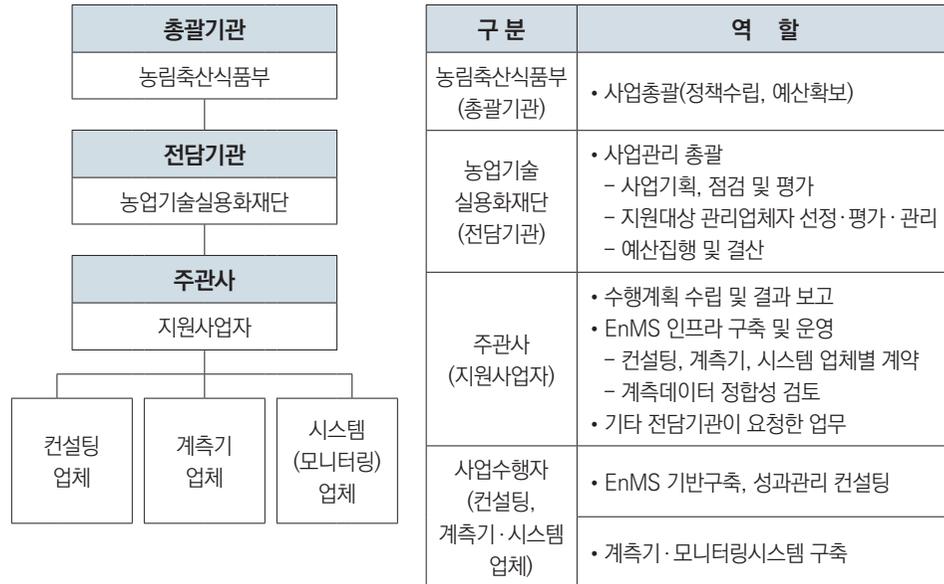
- ① 식품업종 목표관리제 온실가스 감축(설비구축) 지원사업
 - 지원조건 : 업체별 최대 150백만원, 50%이내(부가세 제외*)
 - * 부가가치세는 지원사업자(관리업체) 부담
 - 대상설비 : 온실가스 및 에너지 감축설비([별표 1]참조)
 - * 설비별 지원금 기준 최소 10백만원 이상, 최대 150백만원 이내
 - * 1개 관리업체에서 다수의 감축설비 신청 가능
- ② 식품부문 목표관리제 온실가스 감축(EnMS 구축) 지원사업
 - 지원조건 : 업체별 최대 150백만원, 50%이내(부가세 제외*)
 - 단, EnMS 구축지원은 컨설팅 비용 40,000천원 이상 필수 배정(정부지원금(VAT 제외) 18,200천원 이상)
 - * 부가가치세는 지원사업자(관리업체) 부담
 - 지원내용 : 계측 및 시스템 인프라 구축 설비, 컨설팅 비용(사전 및 성과관리)

(4) 추진체계

① 식품업종 목표관리제 온실가스 감축(설비구축) 지원사업



② 식품부문 목표관리제 온실가스 감축(EnMS 구축) 지원사업



(별표1) 온실가스 감축설비 구축 지원 사업 대상설비

번호	감축설비명	지원범위
1	폐열회수 이용설비	폐열(건조배열, 보일러배열, 냉각열 등) 및 냉열(외기열 포함) 등을 회수하여 가열원 또는 에너지원으로 활용하는 설비 열풍, 온수, 증기, 동력 등을 생산하는 장치에 한함
2	차압터빈 시스템	차압 또는 폐압을 활용하여 전기 또는 동력을 발생하는 설비 - 차압발전, 차압구동 장치에 한함
3	최적운전 자동제어 시스템	온도, 습도 등의 제어를 통해 시스템 효율을 향상하는 장치 - 실온제어, 열원제어, 공조제어 등 자동운전 제어가 가능한 시스템
4	인버터	Fan, Pump 등의 모터 회전수를 제어하여 동력을 절감하는 장치 - 고효율에너지기자재 인증 제품이 있는 경우 고효율에너지기자재 인증제품에 한함
5	고효율 인증기자재	LED관련 기자재, 펌프, 보일러, 냉동기, 냉온수기, 원심식 송풍기, 터보블로어, 가스히트펌프 등 ※ 단, '고효율에너지기자재 보급촉진에 관한 규정'에 따라 인증받은 기자재이며, 유효기간 이내인 것
6	신재생에너지 활용설비	태양광, 바이오가스, 바이오매스 등의 신재생에너지를 에너지원으로 활용하는 설비 - 건물(옥상 등)에 부착하는 형태의 소규모 태양광 발전 시스템 등 - 바이오매스는 인증받은 WCF, 펠릿을 열원으로 하는 보일러 설비만 해당 ※ 자체소비용 설비만 지원
7	연료전환	기존 연료 대비 저탄소 연료로 전환하여 사용하는 설비 ※ 대기환경보전법(청정연료 사용 기준)에 의한 연료전환은 지원 제외
8	기타	상기 대상설비 이외에 평가위원회의 승인을 받은 설비 - 기존 설비 대비 온실가스 및 에너지 감축효과가 타당한 설비 ※ 이 경우, 사전 기술검토를 수행하여 사업의 타당성 평가 수행

* 모든 대상설비는 타 지원사업과 동시지원 불가하며, 법적 의무사항으로 설치하는 설비의 경우에도 지원이 불가함

3.2. 식품업종 온실가스 감축 지원 사례(2019~2020년)

3.2.1 보일러

01. 고효율 수관식 보일러 교체로 효율 개선

● 개요

- 기존 보일러 6대 중 효율 저하 보일러 3대를 설비 폐쇄하고, 나머지 3대는 설비 재 배치
- 기존 보일러를 신규 고효율 보일러 설비로 교체 설치하여 온실가스를 감축

● 현황 및 문제점

- 사업장 전체 에너지 사용량 중 보일러(스팀 생산용)의 LNG 사용량 비중이 50% 이상 차지
- 현장 설치된 일부 보일러 효율이 80% 이하로 저하되어 보일러 효율 개선을 통한 에너지절감이 요구됨
- 기존의 효율저하 보일러 3대 중 20T/h 보일러가 효율에 큰 차이를 보임

(별표2) 모니터링 필수기능

구분	세부구분	설명	비고
온실가스·에너지 모니터링	통합 Dashboard	- 기업 요구에 맞는 통합 Dashboard 구성	
	기간별 모니터링	- 시간별/일별/월별/연별 추이분석 * 부하 알람 기능 포함	
	에너지원별 모니터링	- 전기/가스/스팀 등 에너지원별 추이분석 * 전기는 역률 표시 필수 * 에너지원별 에너지 사용량 뿐 아니라 온실가스 배출량도 모니터링	
	시설별 모니터링	- 설비별/배출시설별/공정별/사업장 전체 추이분석	
온실가스·에너지 분석	원단위 분석	- 원단위 데이터관리 - 기간별, 에너지원별, 시설별 원단위 추이분석 * 목표원단위, 이상원단위, 업체별 기준원단위 분석기능 제공	* (권장) 데이터 조회간격(15분, 1시간, 일 등) 및 기간을 선택하여 조회
	목표대비 실적분석	- 월별, 연별 목표대비 실적 분석 - 목표대비 에너지사용량 및 온실가스누적감축 현황 분석	* (권장) 과거 에너지사용량 분석을 통한 에너지 사용량 예측
	분석현황 리포팅	- 경영총보고 및 의사결정지원을 위한 분석결과 리포팅 기능 (엑셀 등)	
온실가스·에너지 관리	감축활동 (감축량) 관리	- 베이스라인 설정 - 감축목표 및 감축사업(저감수단) 설정 - 감축계획 등록	
	보고서 관리	- 목표관리제 대응을 위한 보고서(명세서, 이행계획서, 이행실적보고서)에 필요한 데이터(설비, 연간에너지사용량 등) 출력(엑셀 등)	목표관리 대응
기준정보 관리	일반정보	- 기업의 일반정보, 사용자 관리 - 제품별(또는 제품군별) 생산량 연동/수기입력	- 기업의 요구를 반영하여, 기준 정보 조정
	에너지정보	- 에너지원에 대한 정보 등록 - 에너지원별 비용 등록	
	시설정보	- 배출시설코드 및 배출시설 관리 - 공정/설비 등록 및 관리	
	계측장비 정보	- 계측기/모뎀/집중기 등 정보등록 및 관리 * 이력 및 검교정 현황파악 등	
	배출계수정보	- 대상단위, 환산단위, 단위환산계수, 에너지환산계수 등록 및 관리	

● 감축설비 설치 및 모니터링

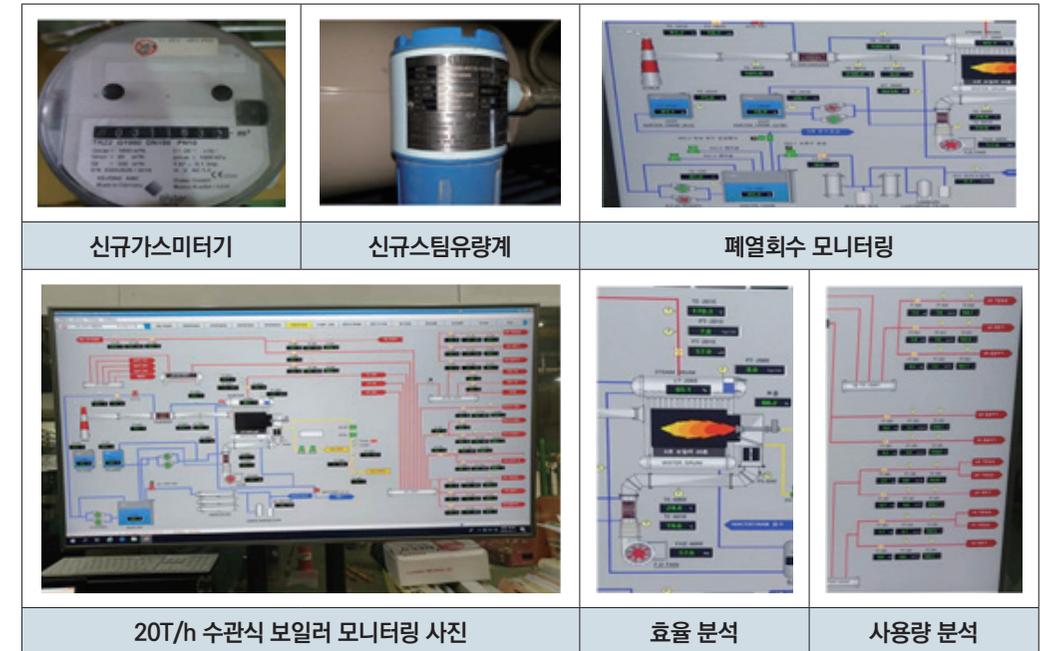
>> 감축설비 설치

- 기존 보일러 중 노통 보일러 2기(4t/h, 5t/h) 폐쇄
- 기존 보일러 중 수관식 보일러(20t/h)는 예비용으로 재배치
- 신규 설비로 고효율 보일러(20t/h 수관식 보일러) 설치



>> 모니터링 방법

- 모니터링 포인트 : LNG 사용량, 스팀 생산량
- 가스유량계, 스팀유량계를 신규 설치하여 LNG 사용량 계측 및 스팀생산량 일단 위 계측
- 불확도 1.0급 이상의 계측기 적용
- 일일 관리 모니터링시스템을 통해 데이터 관리



● 투자비 및 감축효과

- 스팀 생산 원단위 개선율 17.8%

>> 투자비 및 경제성 분석

투자비(천원)			투자 회수기간(년)	
정부지원금	자부담금	총 투자비	정부지원금 미반영	정부지원금 반영
315,000	886,250	1,201,250	2.6	1.9

>> 온실가스 감축 및 에너지 절감 효과

LNG 절감량 (Nm³/년)	온실가스 감축량 (tCO ₂ eq/년)	에너지 절감량 (GJ/년)	에너지 절감금액 (천원/년)
103,847	1,745	31,112	460,460

02. 보일러 블로우 다운 응축수 폐열회수 시스템 도입

● 개요

- 보일러 운영 시 발생하는 고온의 블로우수 열량을 회수·활용해 보일러 급수탱크 온도를 상승시켜 LNG 및 온실가스 배출량을 절감함

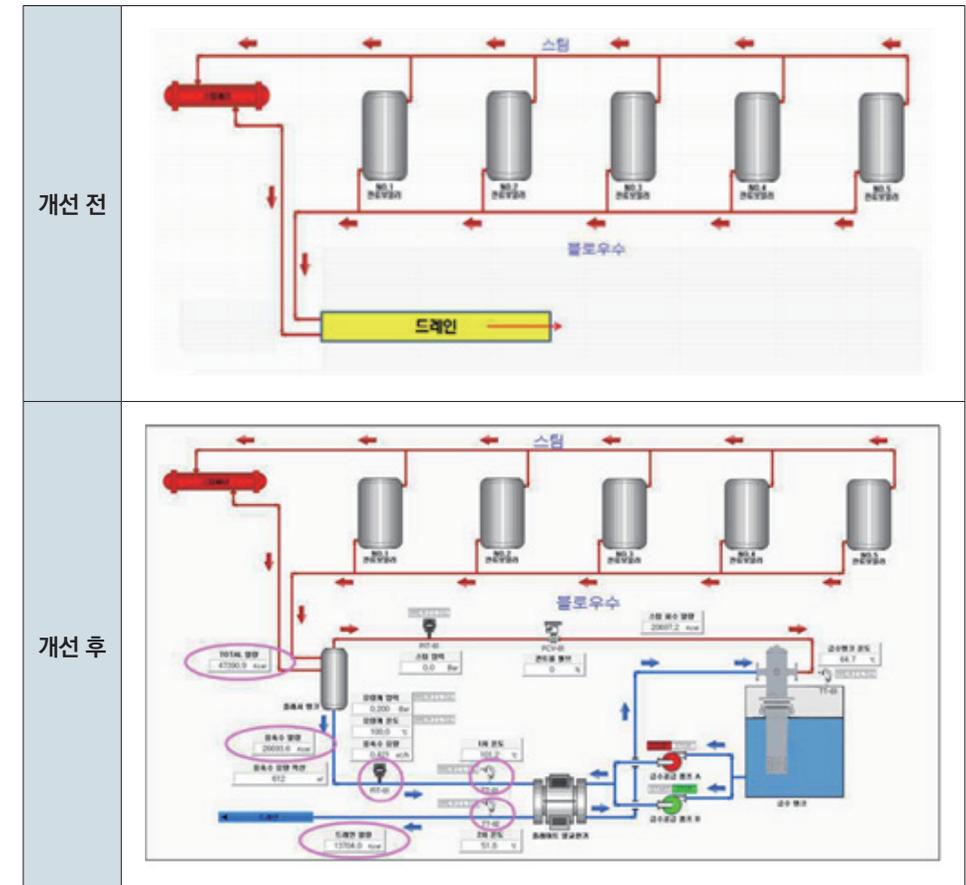
● 현황 및 문제점

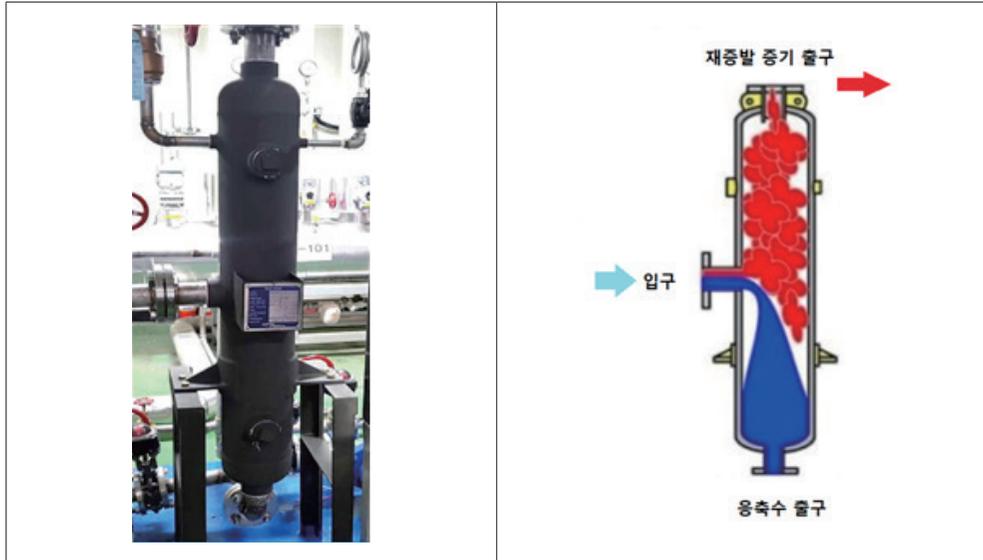
- 보일러 운영 시 내부 전기전도도 센서를 통해 일정값 이상이 되면 블로우수 배출
- 다량의 블로우 다운 실시 및 고압·고온 블로우수는 별도 폐열회수 없이 배출되어 에너지 손실 발생

● 감축설비 설치 및 모니터링

>> 감축설비 설치

- 보일러 운영 시 발생하는 고온·고압의 블로우 다운 응축수를 플래쉬 베셀 (flash-Vessel)을 통해 재증발 증기와 고온의 응축수로 분리함
- 플래쉬 베셀 위쪽으로 분리된 재증발 증기는 급수탱크의 IT튜브로 유입시켜 급수탱크 온도를 상승시키고, 아래로 분리된 고온의 응축수는 관형 열교환기를 통해 급수 탱크 내부의 급수와 열교환하여 온도를 상승시켜 에너지를 회수함





플래쉬 베셀(Flash-Vessel)



열교환기



탈기헤드



유량계



1차 압력 유지 밸브

〈보일러 블로우다운 응축수 폐열 회수 장치〉

>> 모니터링

- 모니터링 포인트 : 응축수 열량, 스팀 회수 열량, 드레인 열량, 총 폐열 회수 열량
- 유량계 계측기와 온도 센서를 통해 응축수 유량, 온도를 실시간 측정 기록
- 응축수 열량, 드레인 열량은 측정된 응축수 유량에 1차 온도, 2차 온도를 각각 곱하여 계산
- 증기 회수 열량은 측정된 응축수 유량을 기준으로 재증발 증기 발생률 계산식을 통해 발생하는 스팀의 유량으로 환산
- 총 폐열회수 열량 = 응축수 열량 - 드레인 열량 + 스팀 회수 열량

● 투자비 및 감축효과

>> 투자비 및 경제성 분석

투자비(천원)			투자 회수기간(년)	
정부지원금	자부담금	총 투자비	정부지원금 미반영	정부지원금 반영
49,350	59,220	108,570	7.6	4.2

>> 온실가스 감축 및 에너지 절감 효과

LNG 절감량 (Nm ³ /년)	온실가스 감축량 (tCO ₂ eq/년)	에너지 절감량 (GJ/년)	에너지 절감금액 (천원/년)
24,637	55	984	14,210

03. 고효율 관류형 증기 보일러 교체로 효율 개선

● 개요

- 기존의 효율 저하된 노통연관식 보일러 1대를 효율이 높은 관류형 타입으로 교체 설치
- 사업장 난방 부하와 환절기 효율 운용에 적합한 소용량 보일러 2대로 교체 설치

● 현황 및 문제점

- 기존 설치된 난방용 노통연관식 보일러(3.5t/h)의 효율 저하로 고효율설비 교체설치 필요
- 기존 설치된 보일러는 3.5톤*1대로 가동되어 환절기 효율적 운용에 제약이 있음
- 사업장 전체 난방 부하 분석 시 기존 보일러는 현재 난방 부하 대비 용량이 큰 보일러가 설치되어 있어 보다 낮은 용량의 보일러로 교체를 통해 에너지 절감 효과 제고

● 감축설비 설치 및 모니터링

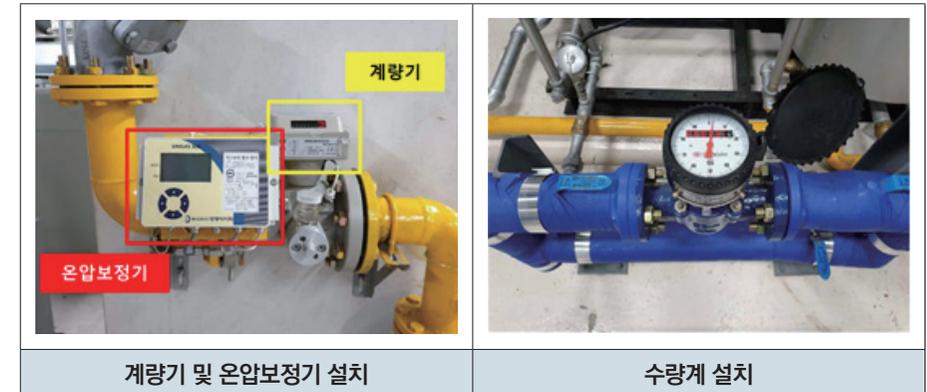
○ 감축설비 설치

- 보일러 타입을 효율이 높은 관류형 증기 보일러로 변경하여 교체 설치
- 신규 설치된 관류형 보일러는 저녹스 버너가 설치되어 NOx 배출량을 줄임
- 보일러 운용 시 에너지 절감효과를 높이기 위하여, 보일러에 연결된 전체 난방 부하를 분석하여, 기존 용량(3.5t/h)보다 적은 용량(3t/h)의 보일러를 채택
- 보일러(3.5t/h) 1대로 운용하던 방식에서, 소용량 보일러 2대(2t/h-1대, 1t/h-1대)를 병렬 설치하여 환절기 효율적인 운용이 가능하게 함



>> 모니터링 방법

- 모니터링 포인트 : 보일러 LNG 사용량
- 가스미터 및 온도·압력 보정되는 계량기를 설치하여 LNG 일일 연속 적산량 측정
- 수량계 2대를 보일러별 설치하여 급수량 유량 일단위 측정



● 투자비 및 감축효과

>> 투자비 및 경제성 분석

투자비(천원)			투자 회수기간(년)	
정부지원금	자부담금	총 투자비	정부지원금 미반영	정부지원금 반영
58,150	69,780	127,930	7.0	5.0

※ 경제성 분석 시 설비 사용 연한 15년, 자본비용 4% 가정에 따른 산출결과임

>> 온실가스 감축 및 에너지 절감 효과

LNG 절감량 * (Nm ³ /년)	온실가스 감축량 (tCO ₂ eq/년)	에너지 절감량 (GJ/년)	에너지 절감금액 (천원/년)
33,931	75	1,338	19,942

※ LNG 절감량은 온실가스 감축량을 LNG 배출계수로 환산하여 산정

04. 바이오가스 전용 보일러 교체로 효율 개선

● 개요

- 기존의 B/C유 바이오가스(메탄) 혼소 보일러(15t/h)는 오버사이징으로 운전 효율이 떨어짐
- 폐열회수시스템을 설치한 바이오가스(메탄) 소각 전용의 10ton 보일러를 교체 설치하여 보일러 효율 증대 및 외부 구매스팀 절감하여 온실가스를 감축함

● 현황 및 문제점

- 생산공정에서 사용되는 스팀은 시간당 14ton으로, 혐기성 소화조에서 발생한 바이오가스(메탄)를 B/C유와 혼소 연소하여 6ton의 스팀을 생산하고, 부족한 스팀은 외부에서 구매
- 기존 혼소(B/C+메탄) 보일러 용량(15t/h)은 바이오가스만을 소각하여 6ton의 스팀을 생산하고 있어 오버사이징으로 비효율적 운전이 이루어지고 있음. 또한 메탄 가스 발생량이 감소되는 시기에는 보일러 효율은 더 떨어짐
- 기존 혼소 보일러에 설치된 폐열회수 장치는 굴뚝 저온부식 우려로 미가동
- 현 가동상황에서 바이오가스(메탄) 전용 보일러로 교체 설치 필요하며, 메탄 전용 보일러는 연소한계 범위나 적정 연소속도, 수(水)순환 장애 문제와 같은 효율 저하 요인을 고려한 보일러 열 설계 필요

● 감축수단 도입

>> 감축설비 설치

- 폐열회수시스템(배기가스, 블로우다운)을 설치한 바이오가스 전용 보일러 10t/h 교체 설치
- 연소 특성에 맞는 적정 공기비, 보일러 용량, 연소로 크기, 수(水)순환 구조 등을 감안하여 보일러 열 설계 프로그램으로 최적의 보일러를 설계하여 93% 이상 고효율 보일러 설치

개선 전	 <p style="text-align: center;">기존 보일러 : B-C유 + 바이오가스 혼소 보일러 (15t/h)</p>
개선 후	 <p style="text-align: center;">신규 보일러 : 바이오가스 보일러 (10t/h)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>이코노마이저</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>굴뚝</p> </div> </div>

>> 모니터링 방법

- 모니터링 포인트 : 바이오가스 회수량, 스팀 생산량, 외부 구매 스팀량
- 별도의 디지털식 증기 유량계 설치 및 2시간 단위 수기 검침 값을 합산하여 일 생산량으로 기록관리

 <p style="text-align: center;">바이오가스 적산</p>	 <p style="text-align: center;">보일러실 증기유량계</p>	 <p style="text-align: center;">가스유량계(바이오가스 회수량)</p>
---	---	---

● 투자비 및 감축효과

>> 투자비 및 경제성 분석

투자비(천원)			투자 회수기간(년)	
정부지원금	자부담금	총 투자비	정부지원금 미반영	정부지원금 반영
150,000	357,650	507,650	2.7	1.9

>> 온실가스 감축 및 에너지 절감 효과

LNG 절감량 * (Nm ³ /년)	온실가스 감축량 (tCO ₂ eq/년)	에너지 절감량 (GJ/년)	에너지 절감금액 (천원/년)
404,088	894	14,100	189,811

※ LNG 절감량은 온실가스 감축량을 LNG 배출계수로 환산하여 산정(스팀 생산연료 LNG로 가정)

3.2.2 냉동기

05. 고효율 인버터 냉동기(친환경 냉매 R-140a 사용) 교체로 효율 개선

● 개요

- 소용량 왕복동 냉동기를 고효율 인버터 냉동기로 교체 및 Unit Cooler 전기 제상 방식을 냉동기에서 발생하는 폐열을 회수·활용하여 전력 소모량 절감 및 온실가스를 감축함

● 현황 및 문제점

- 사업장 전체 에너지 사용량 중 보일러(스팀 생산用)의 LNG 사용량 비중이 50% 이상 차지
- 현장 설치된 일부 보일러 효율이 80% 이하로 저하되어 보일러 효율 개선을 통한 에너지절감이 요구됨
- 기존의 효율저하 보일러 3대 중 20t/h 보일러가 효율에 큰 차이를 보임

● 감축설비 설치 및 모니터링

>> 감축설비 설치

- 기존 On/Off 제어방식의 왕복동 냉동기를 고효율 인버터 냉동기(친환경 냉매 R-410a 사용)로 교체 설치하고 기존 설비는 예비용으로 재배치
- 기존의 히터 타입 제상 시스템을 냉동기 발생 폐열을 활용하는 방식으로 변경



>> 모니터링 방법

- 모니터링 포인트 : 냉동기별 전력사용량
- 전력계측기 모니터링 시스템 설비를 신설하고 냉동기별 전력량계를 각각 설치하여 냉동기 전력사용량을 계측
- 제품 생산량은 ERP 시스템값을 활용

* 고효율 인버터 냉동기 전력 계측기 및 모니터링 시스템 설치 사진



계측기 설치 사진



신규 모니터링 시스템(전력량 측정)



운전현황 분석

● 투자비 및 감축효과

- 감축사업 도입에 따른 전력 원단위 개선율 33.4%, 전력 사용량 개선율 54.3%

>> 투자비 및 경제성 분석

투자비(천원)			투자 회수기간(년)	
정부지원금	자부담금	총 투자비	정부지원금 미반영	정부지원금 반영
296,250	355,500	651,750	19.4	10.6

>> 온실가스 감축 및 에너지 절감 효과

전력 절감량 (kW/년)	온실가스 감축량 (tCO ₂ eq/년)	에너지 절감량 (GJ/년)	에너지 절감금액 (천원/년)
305,966	142	2,937	33,656

06. 폐열 활용 고효율 흡수식냉동기 설치를 통한 전력 절감

● 개요

- 기존 스크롤 냉동기(77.5kW, 2대)를 고효율 흡수식 냉동기(59.18kW, 1대)로 교체 설치
- 기존 하절기 버려지던 재증발 스팀을 고효율 흡수식 냉동기 온수탱크의 온수(95℃) 가열에 이용함으로써 에너지를 절감 및 온실가스를 감축함

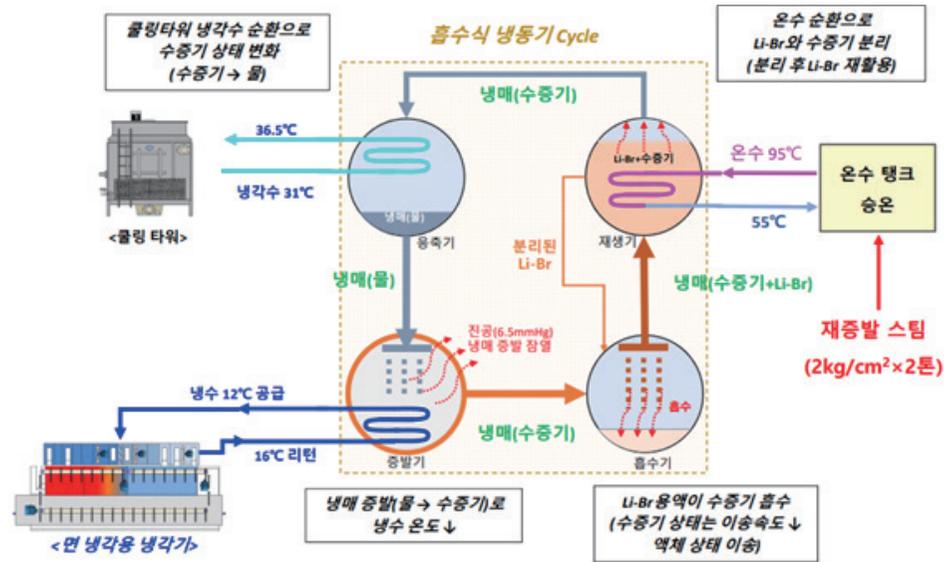
● 현황 및 문제점

- 외부스팀은 생산공정에서 사용 후 Flash Tank를 통해 재증발 스팀과 응축수로 분리
- 분리된 재증발 스팀은 현장·사무동에 난방, 화장실 온수 예열 등에 사용함
- 하절기는 난방 미가동으로 재증발 스팀이 대기 중으로 버려져 에너지 손실이 발생됨에 따라 재증발 스팀 활용방안에 대한 검토가 필요

● 감축설비 설치 및 모니터링

>> 감축설비 설치

- 기존 스크롤 냉동기(77.5kW×2대)를 고효율 흡수식 냉동기(59.18kW×1대)로 교체 설치
- 재증발 스팀을 활용한 온수 탱크 승온 시스템 설치 : 흡수식냉동기 필요 열량에 따른 스팀 소모량을 비교하여 직접 분사 방식 채택 적용
- 흡수식냉동기 작동원리



설치 사진



>> 모니터링 방법

- 모니터링 포인트: 스크롤냉동기, 흡수식냉동기에 전력량계 설치, 개선 전-후 전력량 계측
- 전력사용량은 일단위 전력사용량을 06:00시 측정하여 기록관리
- 개선 전-후 일단위 원단위(냉동기 전력량 ÷ 가동시간) 관리



● 투자비 및 감축효과

- 고효율 냉동기 교체에 따른 전력 절감량으로 감축효과 분석 결과
- 전력 사용량은 개선 전 대비 74.1% 절감

>> 투자비 및 경제성 분석

투자비(천원)			투자 회수기간(년)	
정부지원금	자부담금	총 투자비	정부지원금 미반영	정부지원금 반영
110,815	218,635	329,450	8.3	5.5

>> 온실가스 감축 및 에너지 절감 효과

전력 절감량 (kW/년)	온실가스 감축량 (tCO ₂ eq/년)	에너지 절감량 (GJ/년)	에너지 절감금액 (천원/년)
303,558	160	1,239	39,578

3.2.3 공기압축기

07. 상변환 냉동식 압축공기 드라이어 도입으로 전력 절감

● 개요

- 기존의 냉매 및 응축기에 의한 방식(일반 냉동식 드라이어)에서 신기술을 활용한 공기 냉각/건조 방식(상 변환식 냉동식 드라이어)으로 개선
- 상 변환 물질은 고상-액상 전환 시간 차이만큼 전력 소비량 절감되어 온실가스 감축

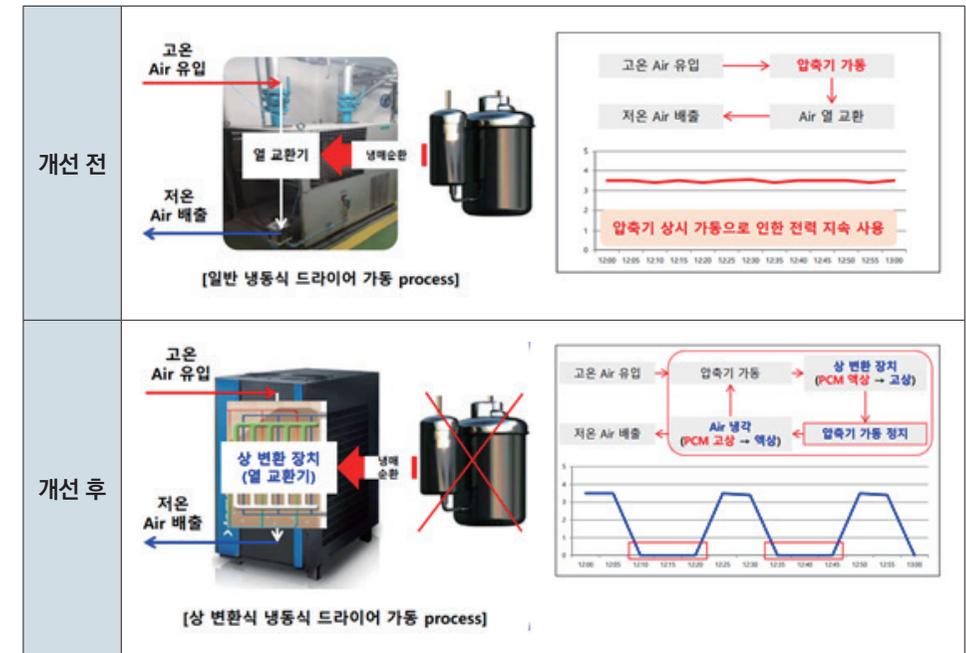
● 현황 및 문제점

- 기존 일반 냉동식 드라이어는 냉매를 이용 고온의 Air를 냉각해 수분을 응축수로 분리·건조방식으로 Air 부하에 관계없이 압축기가 100% 부하 가동되어 전력이 불필요하게 낭비됨
- 사내 신규 설비 도입 등으로 인해 전력사용량 증가가 불가피한 상황으로 공압 설비(전력부하 20% 비중)의 전력 절감이 우선적으로 필요

● 감축설비 설치 및 모니터링

>> 감축설비 설치

- 기존 일반 냉동식 드라이어 5대를 상변환 냉동식 에어 드라이어 5대로 교체 설치
- 기존 일반 냉동식 드라이어는 압축공기 부하와 관계없이 휴일이나 저 부하 등에도 압축기가 상시 가동되어 전력이 낭비됨
- 상변환 물질(PCM)은 고상에서 액상으로 전환되는 시간동안 압축기와 콘덴서의 팬이 가동 정지(OFF)되어 전력 낭비 요소 차단



>> 모니터링 방법

- 모니터링 포인트 : 각 호기별 전력사용량
- A, B, C 공기압축기실에 드라이어별 전력량계(5대)를 설치하여, 적산전력량을 검침
- 주 1회(월요일 00:00) 작업자가 수기 모니터링하여 활동 데이터를 기록·관리함



● 투자비 및 감축효과

- 드라이어 전력 소비에 따른 배출량과 제품 생산량 당 원단위 산정
- 온실가스 배출 원단위는 감축설비 도입 전 대비 39.6% 수준

>> 투자비 및 경제성 분석

투자비(천원)			투자 회수기간(년)	
정부지원금	자부담금	총 투자비	정부지원금 미반영	정부지원금 반영
85,000	106,950	191,950	18.2	10.1

>> 온실가스 감축 및 에너지 절감 효과

전력 절감량 (kW/년)	온실가스 감축량 (tCO ₂ eq/년)	에너지 절감량 (GJ/년)	에너지 절감금액 (천원/년)
92,633	43	889	10,560

08. 공압시스템 최적화 및 폐열회수시스템 구축

● 개요

- 신규 교체 설치된 고효율 인버터 공기압축기와 기존 다수의 공기압축기를 통합한 최적제어시스템을 도입
- 공압기 폐열 활용 보일러 급기 가열, 교체 신설된 공압기 급기라인 개선, 공압 공정 열 활용한 흡착재 재생 및 애프터쿨러 공압냉각 온수탱크의 급수라인 연결 등 공압기 폐열이용을 위한 배관 개선 실시하여 낭비되는 에너지를 절감

● 현황 및 문제점

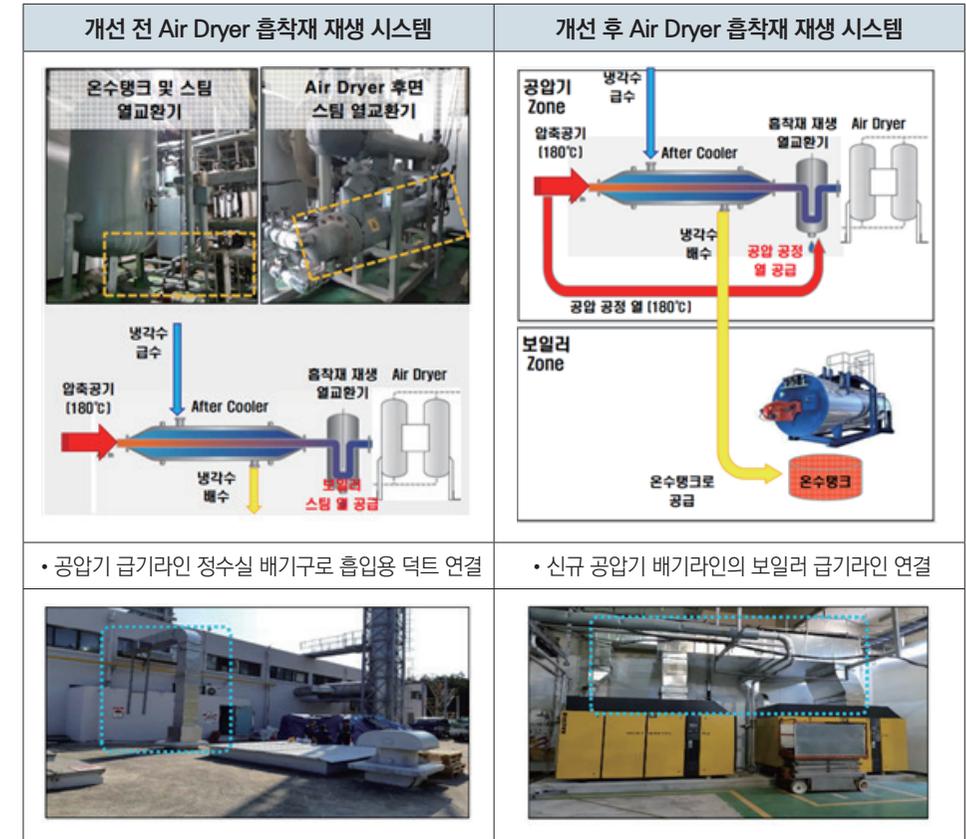
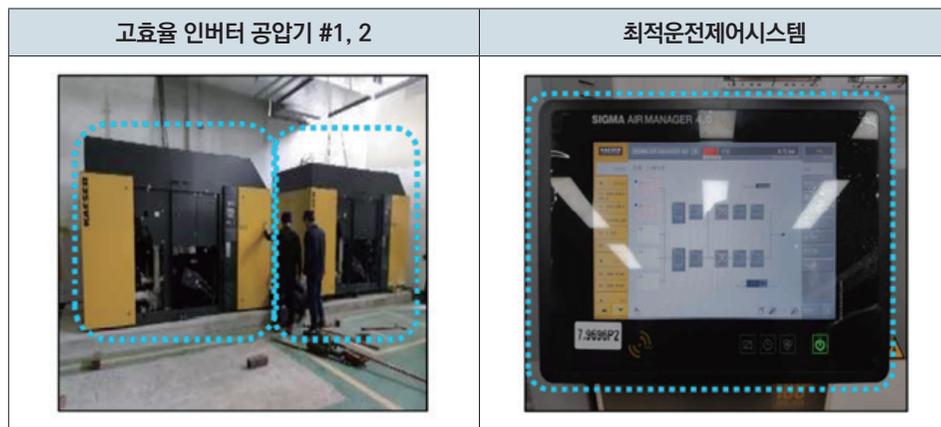
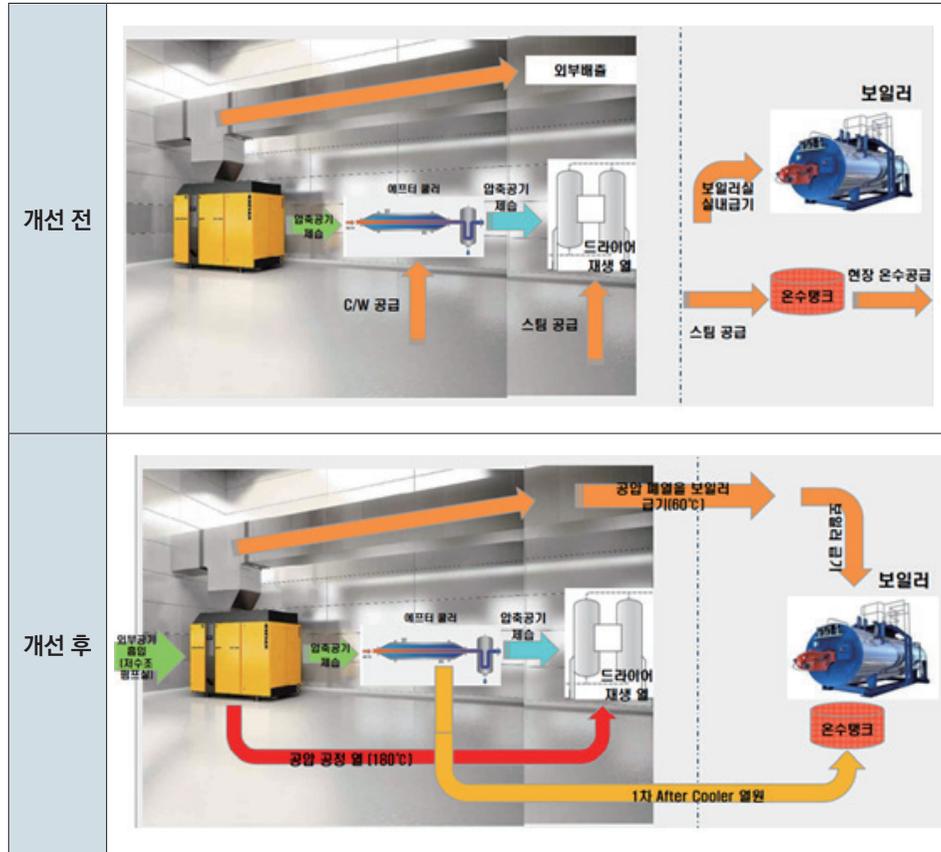
- 기존 공압 공급시스템은 Screw 공압기 3대, Turbo 공압기 2대를 병행 운전하며, 공압 부하 변동 시 단순 On-Off 방식의 대응만 가능하여 최적화된 공압시스템 운용방안 필요
- 공기압축기 효율 저하 요인을 개선하고, 공압기 폐열 회수 및 공압 공정열 이용 등 공압시스템의 에너지 낭비요소에 대한 개선 추진

● 감축설비 설치 및 모니터링

>> 감축설비 설치

- ㉠ 기존 공압기(5대) 중 Screw 공압기 2대를 고효율 인버터 Screw 공압기(2대)로 교체 설치
- ㉡ 교체/기존 공압기(5대) 통합 최적운전제어시스템 설치, 부하변동에도 최적 에너지로 자동 대응, 자동학습에 의한 최적운전 조합 자동 조절
- ㉢ 교체설치된 신설 공압기의 설치 위치 변경 및 급기라인을 변경해 기존 공압기 실 공기(약40℃)에서 지하 정수처리실 저온공기(25℃이하)로 공급함으로써 공압기 효율 개선
- ㉣ 공압기 폐열을 이용해 보일러 급기 가열
- ㉤ 공압 공정열의 드라이어 흡착재 재생 열(스팀) 대체 이용

㉞ After cooler 공압 냉각수 급수라인을 보일러 온수탱크 연결 · 공급하여 온수 가열 활용

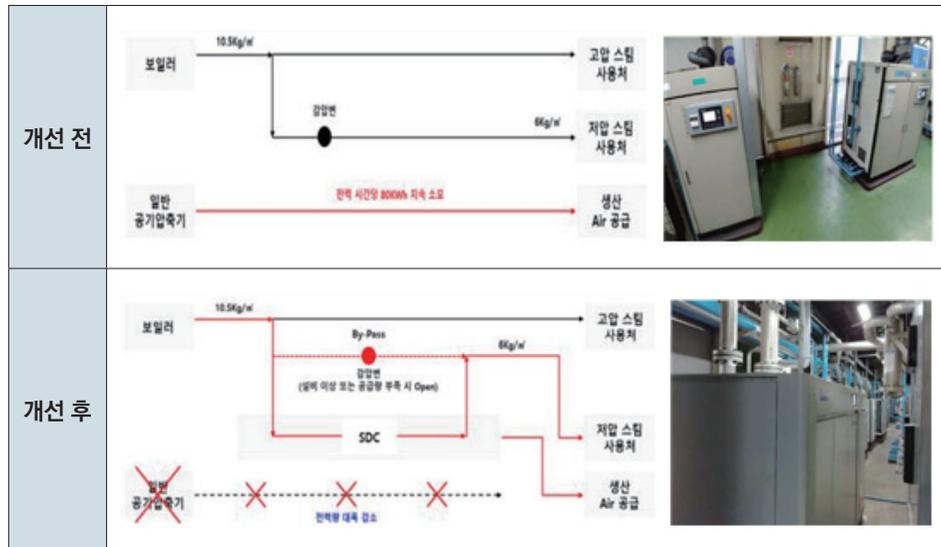
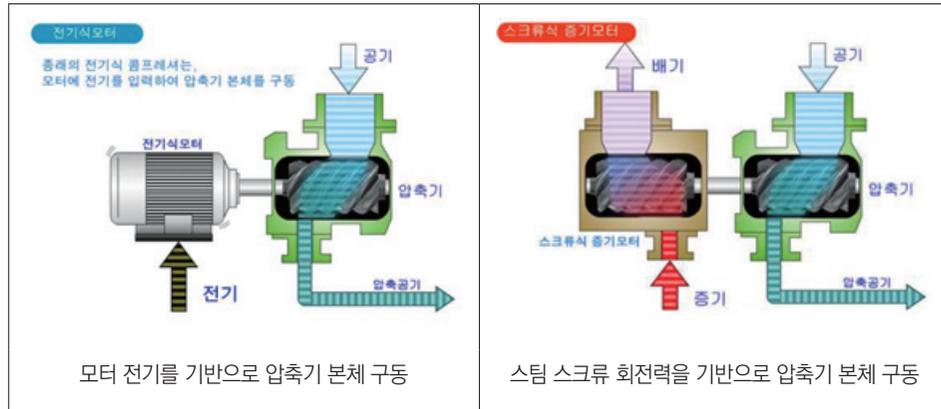


>> 모니터링 방법

- 모니터링 포인트 : 공압기별 전력량, 신규 배기팬 전력량, 내부스팀 생산량, Air Dryer 소비 스팀량, 온수탱크 소비 스팀량, 보일러 LNG사용량, 압축공기 생산량
- 측정기기 : 적산전력계, LNG계측기, 스팀 유량계, 공압 유량계, 온수 수량계 등

감측아이템	측정기기	측정주기	에너지 사용량	단위공정 산출물
가, 다	적산전력계	연속적산	전력 사용량	압축공기 생산량
나	적산전력계	연속적산	전력 사용량	압축공기 생산량
라	LNG 계측기 스팀 유량계	1회/일	LNG 사용량	스팀 생산량
마	스팀 유량계 공압 유량계	1회/일	Dryer 스팀사용량	압축공기 생산량
바	스팀 유량계 온수 수량계	1회/일	온수 스팀사용량	온수 생산량

- 전기 구동방식과 스팀 구동방식의 비교



- 신규 배관설비 설치 현황



>> 모니터링 방법

- 모니터링 포인트 : 전력사용량, 스팀 소모량, Air 생산량
- 전력량계를 설치하여 사업 전-후 전력소비량 모니터링
- 개선 후 전력 소비량은 신규 스팀구동 공압기 최초 가동시 Fan 가동 등에 따른 전력 소비량과 비상용 일반 공압기 전력소비량을 합산
- 공기압축기 스팀 소모량, Air 생산량 측정
- 주1회 모니터링 및 야간근무자가 월요일 8시 일괄 기록

● 투자비 및 감축효과

>> 투자비 및 경제성 분석

투자비(천원)			투자 회수기간(년)	
정부지원금	자부담금	총 투자비	정부지원금 미반영	정부지원금 반영
142,250	170,700	312,950	5.1	2.6

>> 온실가스 감축 및 에너지 절감 효과

전기 절감량 (kWh/년)	온실가스 감축량 (tCO ₂ eq/년)	에너지 절감량 (GJ/년)	에너지 절감금액 (천원/년)
556,440	247	5,118	60,135

10. AI 컨트롤러를 활용한 공기압축기 지능형 통합 제어 시스템 구축

● 개요

- 사업장 전력 사용량의 30%에 해당되는 공기압축 설비의 효율적인 제어를 위하여 AI컨트롤러 및 대수 제어 설비를 활용한 통합 최적제어 시스템을 구축하여 전력 에너지 절감

● 현황 및 문제점

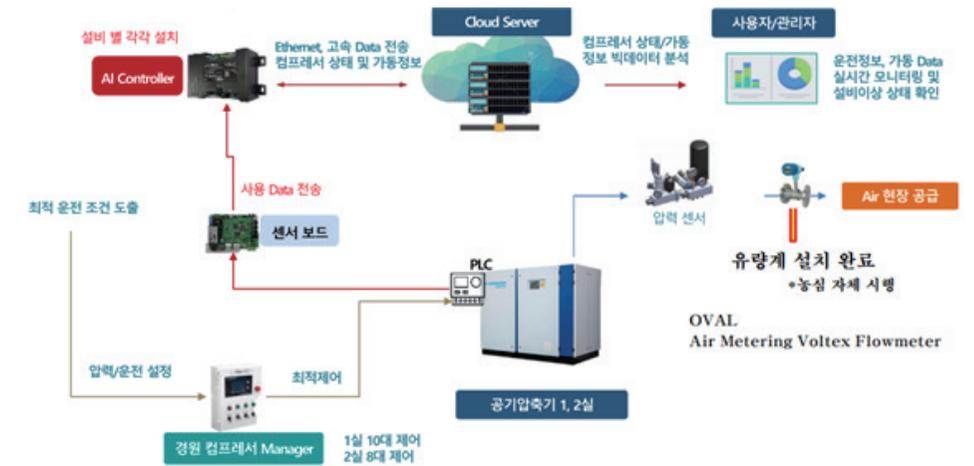
- 사업장에서 가동 중인 공기압축기(18대)는 고효율설비 12대와 저효율설비 6대가 있으며, 효율에 관계없이 가동되고 있음
- 공기압축기 부하 변경 시 무부하 가동에 따른 불필요한 가동시간 발생으로 전력이 낭비됨
- 2015년부터 효율 저하 공기압축기에 대해 지속 교체 추진 중이나 다대수 공기압축기에 대한 효율적 제어를 통한 에너지 낭비요소 제거 필요

● 감축설비 설치 및 모니터링

>> 감축설비 설치

- AI 컨트롤러를 설비별로 각각 설치하여 공기압축기 가동상태, 전력 상태 등 가동상태 정보를 Cloud EMS로 수집·전송 및 Big Data 분석을 통한 공기압축기 가동 최적제어
- Compressor Manager(대수 제어 시스템)를 공기압축기실 2곳에 각각 설치하여 공기압축기 교대운전, 순차제어, 동일운전시간제어, 다단제어 등 공기압축기를 제어

- 제어 시스템 구성도

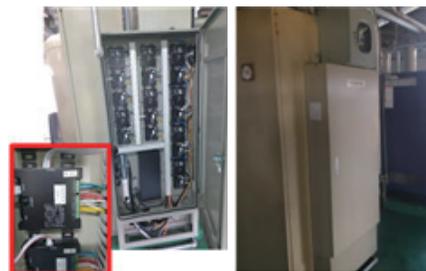


- 설비 장치 목록

AI컨트롤러 (신규 18개)	Compressor Manager (신규 2개)	Compressor PLC (기존 18개)
 <ul style="list-style-type: none"> • 모델명 : DS-CBN (RTU) • 용도 : 전력 품질 계측 및 Data 수집/전송 • 정밀도 : 1.0급 • 측정기능 : 상전압, 상전류, 선간 전압, 유효전력, 무효전력, 피상 전력, 역률, 주파수, 고조파, 외기 온도 	 <ul style="list-style-type: none"> • 모델명 : KW • 용도 : 교대운전, 순차제어, 동일운전시간제어, 다단제어, RS-485통신 	 <ul style="list-style-type: none"> • 용도 : 컴프레서 상태 및 가동여부 확인, 압력, 운전 설정 등의 Data 확인/전송

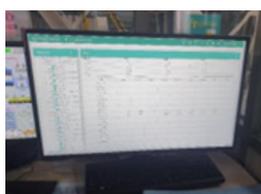
Sensor Board(신규 18개)	압력센서(신규 2개)	Micom Controller(신규 1개)
		
• 용도 : 계측data 수집 및 상호 통신용	• 용도 : 컴프레서 생산 압축공기의 압력 계측	• 모델명 : KSS-050V • 용도 : 구형 컴프레서의 제어와 계측, 통신 호환용 Controller

- 설치 사진

AI컨트롤러 설치	Compressor Manager 설치
	

>> 모니터링 방법

- 모니터링 포인트 : 각 공압기별 전력사용량, 압축공기 생산량
- 각 공기압축기별 전력 사용량 계측을 위한 전력계측기 설치하여 전력 사용량 계측
- 압력센서를 설치하여 공기압축기별 압축공기 압력 계측
- 유량계 설치하여 압축공기 생산량 계측

각 공압기 전력계측기 설치	압력센서 설치	기관실 모니터링용 PC
		

● 투자비 및 감축효과

>> 투자비 및 경제성 분석

투자비(천원)			투자 회수기간(년)	
정부지원금	자부담금	총 투자비	정부지원금 미반영	정부지원금 반영
46,935	123,015	169,950	8.9	6.4

>> 온실가스 감축 및 에너지 절감 효과

전기 절감량 (kWh/년)	온실가스 감축량 (tCO ₂ eq/년)	에너지 절감량 (GJ/년)	에너지 절감금액 (천원/년)
173,697	81	1,667	19,107

11. 고효율 공기압축기 도입 및

폭기조 터보블로워 Non Drying Air 활용 시스템 구축

● 개요

- 사업장 전력사용 비중은 64%로서 전력 Loss가 발생하는 공기압축기 및 Air 공급 공정에 대해 고효율 공기압축기 설치, Non Drying Air 활용시스템 구축 등 추진

● 현황 및 문제점

- 기존 왕복동 공기압축기, 흡착식 드라이어, 폐수처리장 터보블로워의 효율저하로 전력사용량이 높아 개선 필요

공기압축기	4기를 병렬 연결하여 대수제어 방식으로 압축공기를 생산하나 수요량에 관계없이 일정구간에서 일정한 속도로 로딩/언로딩 반복 운전하므로 언로딩 시 불필요한 에너지 소모
흡착식 에어드라이어	입구부의 높은 온도 및 액체 유입에 의해 높은 Dew Point(이슬점)이 발생되어 히터 가동 증가되어 전력 소비 증가
폐수처리장 터보블로워	인버터 타입으로 필요유량에 따라 가변적 가동되나 정격유량만큼 출력이 오르지 않으면 Shut-down되고 압을 낮추기 위해 Vent로 Air를 배출하고 있어 Air Loss 발생

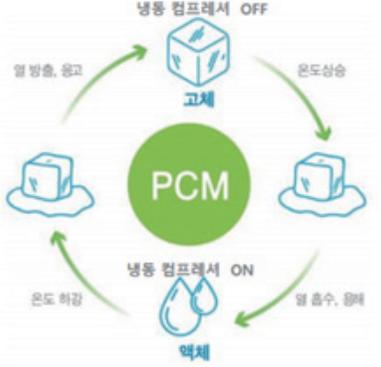
● 감축수단 도입

>> 감축설비 설치

- 기존 공기압축기(왕복동 3기(100HP-2, 65HP-1)), 스크류 1기(125HP)를 인버터 스크류 공기압축기(250HP, 1기)로 교체 설치하고 기존 4기는 예비로 운영
- 신규 공기압축기는 압축공기 수요량에 맞춰 모터 회전수를 조정해 가변하는 방식으로 언로딩 시간을 줄여서 전력 손실을 막음

개선 전	개선 후
	
왕복동 공기압축기	인버터 스크류 공기압축기

- 흡착식 에어드라이어 전단에 PCM(Phase Change Material) 에어드라이어를 설치

<p>▶ PCM(상변환식) 에어 드라이어</p> <ul style="list-style-type: none"> - PCM이 얼고 녹을 때의 잠열에 의한 축냉효과 이용 - 압축공기 부하에 따라 냉동 컴프레서를 자동On/Off 하여 낭비되는 전력 소비를 막고 흡착식 에어 드라이어의 히터 가동시간을 줄여 전력사용량 감소 	
<p>▶ PCM(Phase Change Material)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 일정 온도 기준으로 물질상태가 액체 또는 고체로 변화하면서 많은 열을 흡수 또는 방출하도록 만들어진 물질 - 에어드라이어 적용 시 소량으로 충분한 축냉 가능 	

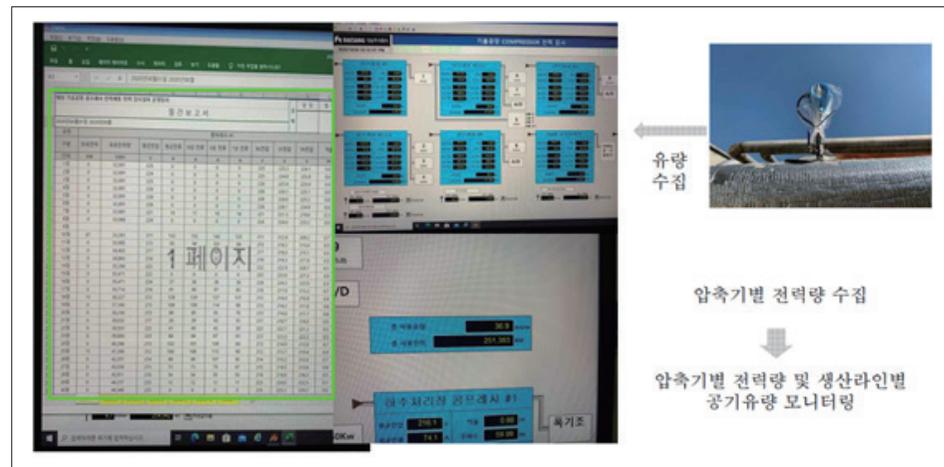
개선 전	개선 후
	
흡착식 에어드라이어	PCM 에어드라이어

- 폐수처리장 폭기조 터보블로워 Air 공급을 Non Drying Air로 대체하여 공급
- 공기압축기의 압축공기를 감압밸브를 설치해 감압 조정하여 공급



>> 모니터링 방법

- 모니터링 포인트 : 공기압축기 전력량, 폐수처리장 터보블로워 전력량, Air 생산량, 폐수처리장 Air 공급량
- 적산전력계(공기압축기 1대, 폐수처리장 1대), Air 유량계(공기압축기 라인 3대, 폐수처리장 1대)를 설치하여 일별 사용량 검침하여 기록 및 Data 전산관리



● 투자비 및 감축효과

>> 투자비 및 경제성 분석

투자비(천원)			투자 회수기간(년)	
정부지원금	자부담금	총 투자비	정부지원금 미반영	정부지원금 반영
150,000	185,060	335,060	8.0	4.5

>> 온실가스 감축 및 에너지 절감 효과

전기 절감량 (kWh/년)	온실가스 감축량 (tCO ₂ eq/년)	에너지 절감량 (GJ/년)	에너지 절감금액 (천원/년)
265,181	124	2,546	41,368

12. 인버터 적용 스크류 공기압축설비 교체로 효율 개선

● 개요

- 기존 왕복동 압축기(37kW)를 스크류 인버터 공기압축기(37kW)로 교체 설치하여 공압기 전력 소비량을 절감함

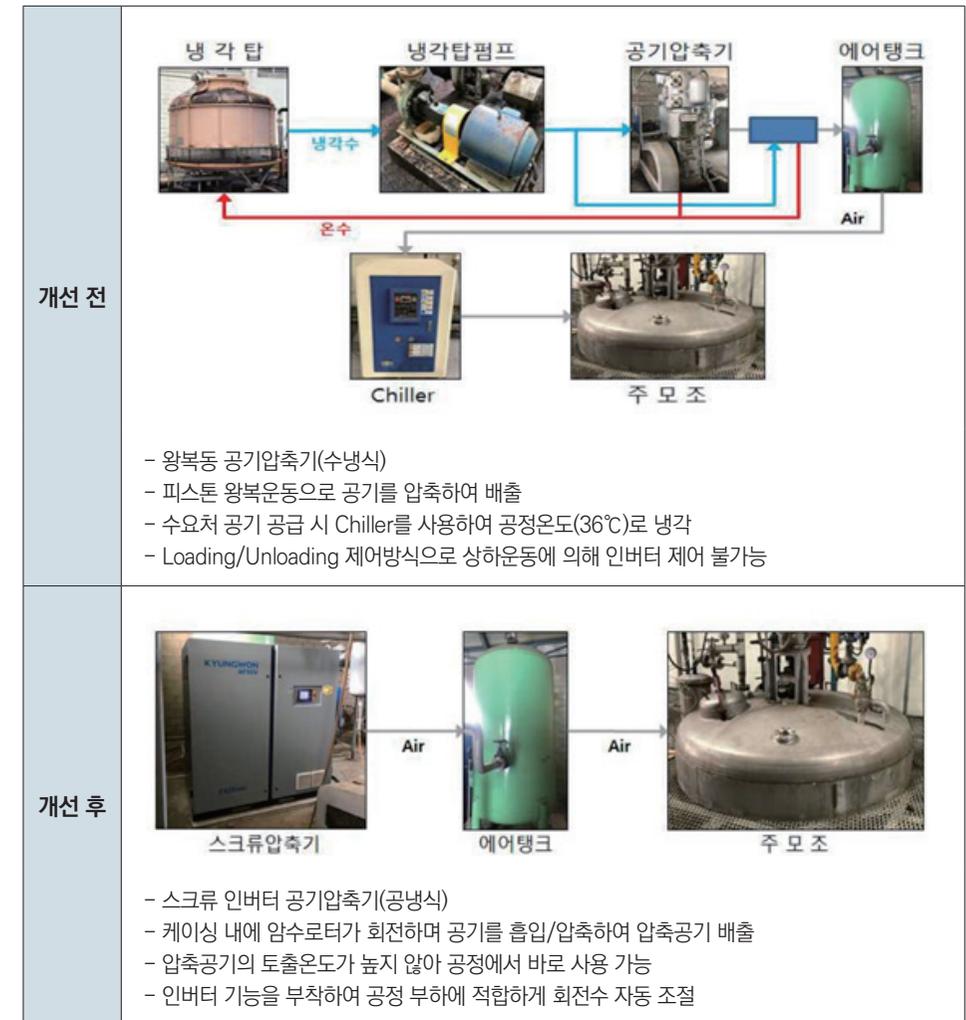
● 현황 및 문제점

- 기존 왕복동 압축기는 피스톤의 왕복운동으로 공기를 압축 후 배출해 에어탱크에 저장하는 방식으로, 수요처에서 공기 사용 시 Chiller를 사용해 공정온도에 적합하게 냉각하여 사용
- 왕복동 압축기는 피스톤의 마찰에 의해 열이 많이 발생되어 냉각을 위한 냉각수가 사용됨
- 또한, 피스톤의 관성에 의한 상·하 운동으로 인버터 제어가 어렵고, Loading/Unloading 제어되므로 전력사용량이 증가되어 고효율 압축기 교체 필요

● 감축설비 설치 및 모니터링

>> 감축설비 설치

- 인버터 기능을 부착한 스크류 압축기 교체 설치
- 신설된 스크류 압축기는 압축공기의 토출 온도가 높지 않아 공정에서 바로 사용 가능하므로 냉각수 순환공정(냉각탑, 냉각수 순환펌프) 및 공기를 냉각시키는 Chiller가 불필요
- 인버터 기능을 부착하여 공정 부하에 적합하게 회전수를 자동 조절하여 전기 소모량 감소



>> 모니터링 방법

- 모니터링 포인트 : 공기압축기 전력사용량(사업 전-후)
- 공기압축기 전력사용량은 설치된 디지털 계측기를 측정하여 4시간 단위로 5회/일 일지 수기 작성 및 엑셀시트 입력하여 관리



디지털전력량계

스크류압축기

● 투자비 및 감축효과

>> 투자비 및 경제성 분석

투자비(천원)			투자 회수기간(년)	
정부지원금	자부담금	총 투자비	정부지원금 미반영	정부지원금 반영
34,500	49,441	83,941	18.6	7.7

>> 온실가스 감축 및 에너지 절감 효과

전기 절감량 (kWh/년)	온실가스 감축량 (tCO ₂ eq/년)	에너지 절감량 (GJ/년)	에너지 절감금액 (천원/년)
10,724	5	118	1,851

13. 공기압축기 폐열회수 시스템 설치로 연료 절감

● 개요

- 공기압축기 고온의 오일 냉각라인 전단계에 폐열회수시스템을 설치하여 폐열을 회수해 온수탱크에 급수되는 저온수 예열에 활용하여 보일러의 LNG 사용량을 절감함

● 현황 및 문제점

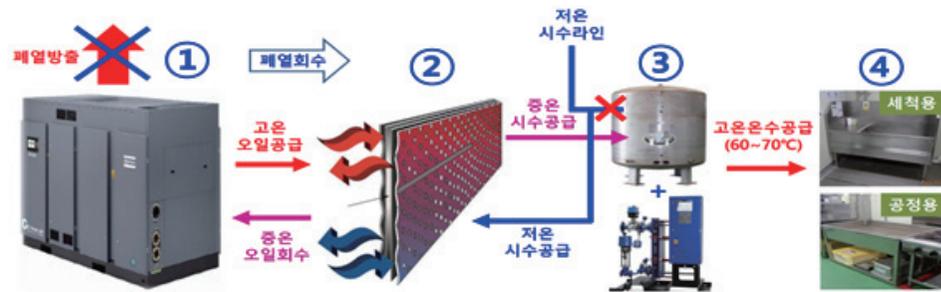
- 기존 공기압축기 운전으로 발생하는 고온의 오일은 오일 냉각기를 거쳐 냉각됨. 이 때 발생된 폐열은 외기 방출로 버려지며, 공장 내 온수 생산에 별도의 열원(LNG)이 사용되어 에너지가 낭비되고 있음

● 감축설비 설치 및 모니터링

>> 감축설비 설치

- 폐열회수기 2조 1set(6plates), 중온시수 저장을 위한 온수탱크와 축열탱크 1톤×1대씩 설치
- 대류 펌프 2대(1대 예비용), 오일온도 저하 방지를 위해 비례 제어 밸브(2way) 1대 설치
- 폐열회수기는 별도 보조 열원 없이 공기압축기 오일 순환 냉각라인에 연결하여 폐열을 회수
- 폐열회수 방식은 오일 순환하는 열판과 열판 사이에 물을 통과시켜 저온의 급수를 중온수로 예열(Pre-heating)하여 온수 가열에 필요한 에너지를 절감

- 폐열회수기 운영 흐름도



- 폐열회수 설비 설치현황



>> 모니터링 방법

- 모니터링 포인트 : 폐열회수기 회수열량, 급수온도 적산열량, 적산전력량
- 급수라인 적산유량계 유량값과 입/출구 온도센서 온도차를 측정해 적산열량계 열량값 표시
- 폐열회수기 입/출구 온도센서 설치
- 기록용 컴퓨터를 설치해 기록관리 및 월1회 출력물 결재 후 보관 관리
- 모니터링 설비



● 투자비 및 감축효과

>> 투자비 및 경제성 분석

투자비(천원)			투자 회수기간(년)	
정부지원금	자부담금	총 투자비	정부지원금 미반영	정부지원금 반영
46,000	55,200	101,200	4.1	2.0

>> 온실가스 감축 및 에너지 절감 효과

전기 절감량 (kWh/년)	온실가스 감축량 (tCO ₂ eq/년)	에너지 절감량 (GJ/년)	에너지 절감금액 (천원/년)
36,701	81	1,446	22,563

3.2.4 폐수처리장

14. 폐수처리장 산기장치(미세기포 발생) 및 터보블로워 교체로 효율 개선

● 개요

- 기존 폐수처리장 폭기조 산기관 교체 및 효율저하 블로워를 교체하여 전력소비 절감

● 현황 및 문제점

- 사업장 전력사용량은 전체 85%로 매우 높은 비중을 차지하므로 전력사용량 절감 필요
- 폐수처리장 폭기조의 효율 저하로 터보 블로워 가동시간이 증가되어 전력 소비량 증대
- 폐수처리장 배관 부식으로 산기관 효율 저하 증대

● 감축설비 설치 및 모니터링

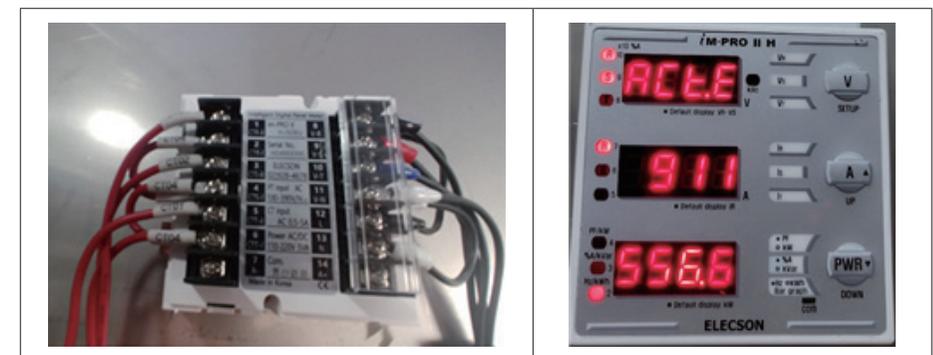
>> 감축설비 설치

- 폭기조 산기관 초미세 멤브레인 설치 : ϕ 1mm 기포 발생 산소 전달
- 터보 블로워 ISTB-200A 100HP 1기, ISTB-150A 50HP 1기를 신규 교체 설치



>> 모니터링 방법

- 모니터링 포인트 : 전력사용량, BOD 처리량
- 전력 사용량은 터보 블로워 적산전력량계 설치 및 측정
- BOD 처리량은 폐수처리장 폐수 배출량 측정자료, 수질측정기록부 BOD 농도 데이터를 활용하여 산출된 계산값 적용, 폐수 폐출량과 유입/방류 BOD는 월1회 폐수처리장 모니터링 시스템값을 활용
- 터보블로워 적산전력계 사진



● 투자비 및 감축효과

- 감축사업 도입에 따른 원단위 개선율 43.8%

>> 투자비 및 경제성 분석

투자비(천원)			투자 회수기간(년)	
정부지원금	자부담금	총 투자비	정부지원금 미반영	정부지원금 반영
135,700	250,400	386,100	3.8	2.5

>> 온실가스 감축 및 에너지 절감 효과

전력 절감량 (kW/년)	온실가스 감축량 (tCO ₂ eq/년)	에너지 절감량 (GJ/년)	에너지 절감금액 (천원/년)
836,461	390	8,037	100,472

15. 폐수처리장 고효율 인버터형 터보블로워 설치를 통한 전력 절감

● 개요

- 폐수처리장 폭기조 저효율 루츠블로워를 고효율 인버터형 터보블로워로 교체 설치하여 전력 사용량 절감

● 현황 및 문제점

- 폐수처리장 폭기조의 기존 블로워는 모터, 벨트, 압축부 순으로 힘이 전달되어 동력 손실이 비교적 큰 루츠블로워(75HP(55kW)) 2대가 운영되며 연중 가동으로 전력소비량이 높음
- 기존 루츠 블로워의 기계적 마찰로 인해 진동 및 소음 증가
- 최근 제품라인 신설로 인해 에너지 사용량이 증가됨에 따라 에너지 절감 필요성 증대

● 감축설비 설치 및 모니터링

>> 감축설비 설치

- 고효율 임펠러 및 인버터 모터 적용된 터보블로워(50HP(32.5kW)×2대)로 교체 설치(기존 대비 소비전력 45kW 절감)
- Air bearing 적용으로 진동 및 소음 감소로 작업환경 개선
- 감축설비 특징 비교

구 분	루츠 블로워	터보 블로워
원 리	블로워 내 로터 회전으로 공기 흡입·압축·토출 방식	임펠러 고속 회전으로 풍압 및 풍량 발생
운행방식	오일(마찰 심함)	공기(마찰 없음)
소 음	고	저
진 동	고	저
효 율	저	고



>> 모니터링 방법

- 모니터링 포인트 : 블로워 전력사용량, 폐수처리장
- 블로워 전력사용량 : 적산전력계 2대 설치, 일 1회 전력량 체크하여 엑셀시트 입력관리
- HMI 패널로 터보블로어 제어(부하량 조절, 원격 On/Off기능) 및 가동상태 실시간 모니터링
- 폐수처리량 : 매일 계량기 체크하여 수기기록 및 엑셀시트 입력관리
- 모니터링 시스템



● 투자비 및 감축효과

- 감축사업 도입에 따른 원단위 개선율 43.8%

>> 투자비 및 경제성 분석

투자비(천원)			투자 회수기간(년)	
정부지원금	자부담금	총 투자비	정부지원금 미반영	정부지원금 반영
45,000	54,000	99,000	4.2	2.3

>> 온실가스 감축 및 에너지 절감 효과

전력 절감량 (kW/년)	온실가스 감축량 (tCO ₂ eq/년)	에너지 절감량 (GJ/년)	에너지 절감금액 (천원/년)
242,359	113	2,325	23,718

※ 전력 절감량은 온실가스 감축량을 전기 배출계수로 환산하여 산정

3.2.5 기타

16. 전분건조기 폐열회수 공기에열기 설치로 연료 절감

● 개요

- 전분건조기 기존 스팀예열기 전단에 폐열회수 공기에열기를 추가 설치
- 기존의 버려지던 고온(95℃)의 응축수와 스크러버수의 폐열을 활용해 공기를 1차로 승온한 후 2차로 스팀을 이용해 목적 온도까지 승온시킴으로 스팀 사용량 절감 및 온실가스 감축

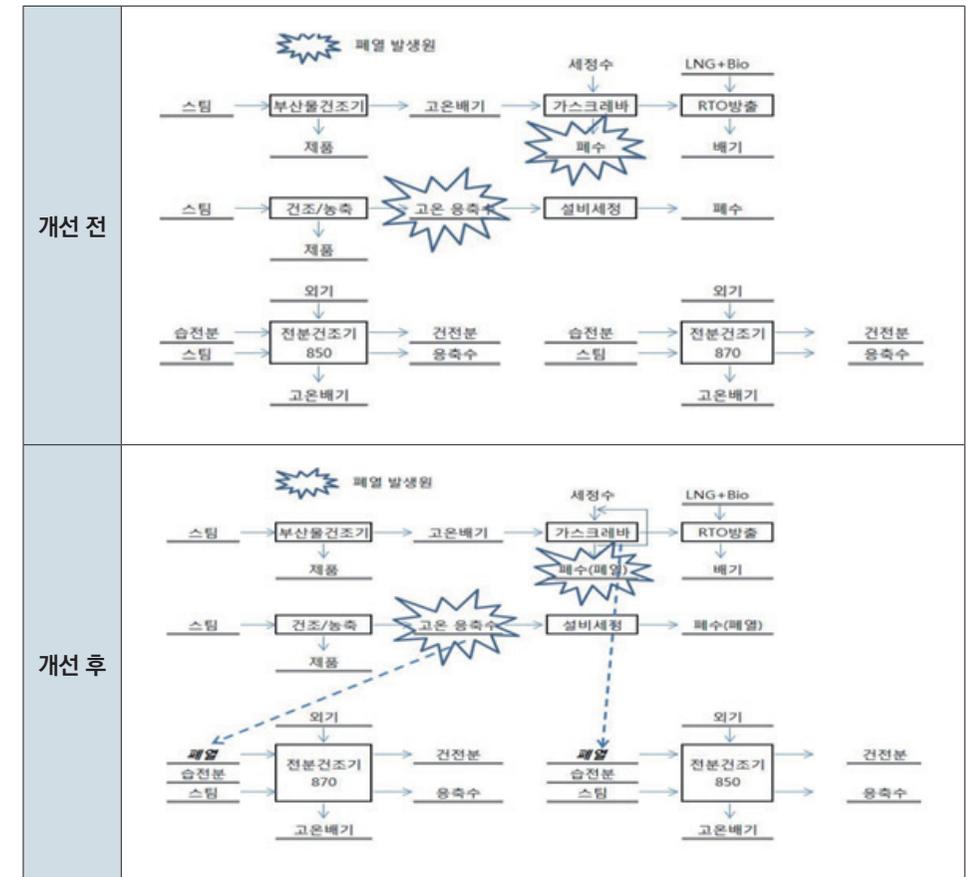
● 현황 및 문제점

- 기존에 고온(95℃)의 응축수와 스크러버수가 그대로 버려짐에 따라 에너지 손실 발생
- 생산설비 중 고온공기 건조설비인 전분건조기는 외부 구매 스팀을 전량 사용하여 외기를 가온함에 따라 많은 양의 스팀이 소비되고 있어 에너지 절감 방안 필요

● 감축설비 설치 및 모니터링

>> 감축설비 설치

- 전분건조기 스팀예열기 전단에 공기에열기(예열판 2기/1set), 열수(폐열) 순환 장치(펌프 및 배관류), 모니터링 설비 등을 설치
- 생산라인 중 850라인과 870라인에 공기에열기 각 1set 설치



- 850라인 : 스크러버 세정수 폐열 재활용시스템

- 스크러버 → 850펌프(신설) → 공기에열기(신설) → 스크러버 → 폐수처리장



- 870라인 : 스팀응축수의 재증발증기 재활용시스템

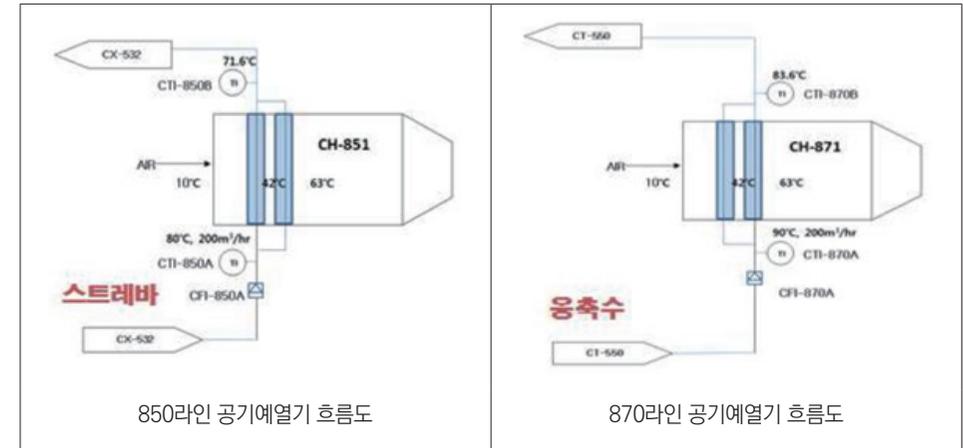
- 스팀응축수탱크 → 펌프(신설) → 공기에열기(신설) → 스팀응축수탱크 → 종합고온수조 →
공정세정 → 폐수처리장



>> 모니터링 방법

- 모니터링 포인트 : 열수(폐열) 유량(2개소), 공기에열기 공급/배출 열수 온도(4개소)
- 현장 자동계측(유량, 온도) 센서를 통해 계측값이 RTDB 자동 저장 및 통계 처리
- 추가된 전력 사용량은 모터 설비사양서와 가동일수를 이용해 최대 전력사용량을 산출하여 감축량을 모니터링

라인	유량	투입측 온도	배출측 온도	펌프 가동일수
850	CFI 850	CTI 850A	CTI 850B	15kW
	직접 측정	직접 측정	직접 측정	계산
870	CFI 870	CTI 870A	CTI 870B	15kW
	직접 측정	직접 측정	직접 측정	계산



● 투자비 및 감축효과

>> 투자비 및 경제성 분석

투자비(천원)			투자 회수기간(년)	
정부지원금	자부담금	총 투자비	정부지원금 미반영	정부지원금 반영
61,400	78,080	139,480	0.7	0.6

>> 온실가스 감축 및 에너지 절감 효과

전력 절감량 (kW/년)	온실가스 감축량 (tCO ₂ eq/년)	에너지 절감량 (GJ/년)	에너지 절감금액 (천원/년)
1,421,984	663	43,641	582,690

※ 전력 절감량은 온실가스 감축량을 전기 배출계수로 환산하여 산정

17. 튀김기 물 유동층 열교환기 설치를 통한 배기 폐열(습증기+유증기)회수

● 개요

- FRYER(튀김기)의 배기폐열을 물유동층 열교환기를 설치해 회수하여 감자예열공정에 활용함으로써 스팀 사용량 절감 및 온실가스 감축

● 현황 및 문제점

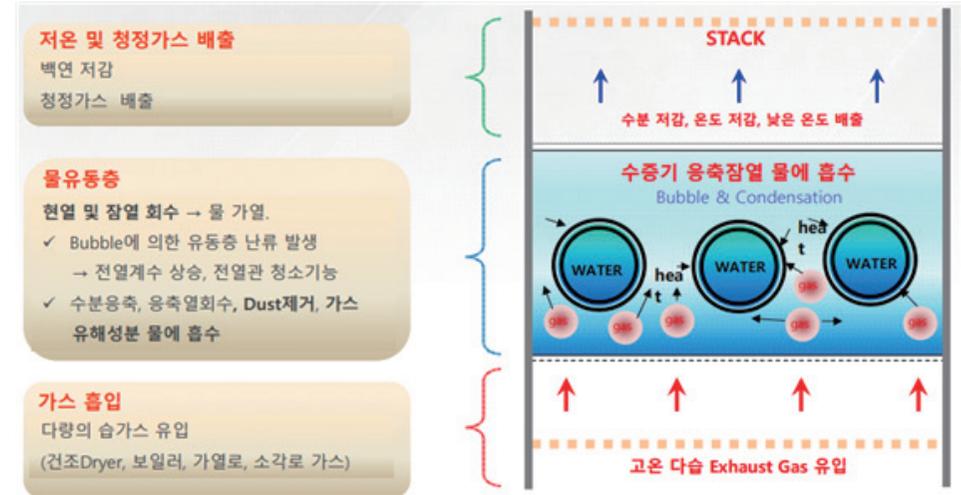
- FRYER(튀김기)에서 발생하는 고온의 배기폐열(입열량 약 94%)은 배기구로 배출되며, 스팀 환산 시 2.5 ~ 3.0 ton/h의 에너지 손실 발생
- 고온의 배기폐열은 수증기 및 유증기 형태로서 배기에 포함된 유증기로 인해 일반 열교환기는 효율 저하로 적용이 어려움
- 감자예열공정은 스팀을 직분사하여 예열하는 공정으로 전체 에너지사용량의 27%를 차지

● 감축설비 설치 및 모니터링

>> 감축설비 설치

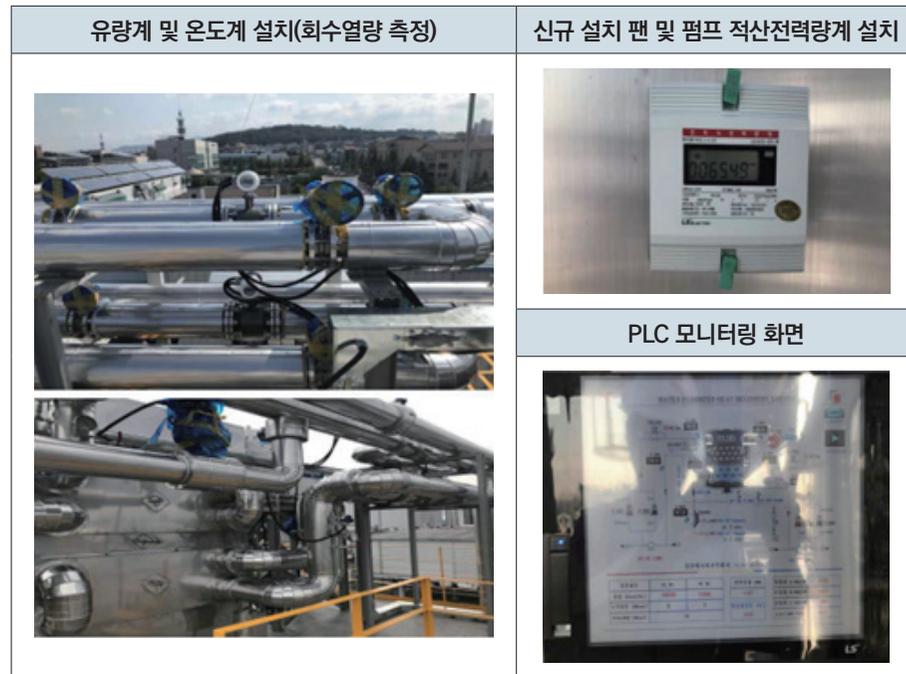
- FRYER 폐열회수설비로 FRYER 배기구에 물유동층 열교환기 및 열교환수 공급 펌프, 배기열 배기 ID FAN을 설치
- FRYER 배기가스를 물유동층을 통과시켜 유증기를 제거함으로써 열교환기 효율 저하를 방지
- FRYER 배기폐열을 회수해 감자 예열공정에서 활용하여 스팀 사용량 절감 (FRYER 배기 폐열(2,261Mcal/h)은 감자 예열공정 필요 열량(1,708Mcal/h) 대비 크므로 해당 공정에서 충분히 활용 가능함)

- 물유동층 열교환기 특징



>> 모니터링 방법

- 모니터링 포인트 : 감자예열공정 회수열량, 신규 펌프 및 ID FAN 전력사용량
- 회수열량 : 유량계 및 온도계 설치하여 월 1회 열량 측정 및 PLC 전송/실시간 저장
- 전력사용량 : 적산전력계를 설치하여 월 1회 측정 및 PLC 전송/실시간 저장



● 투자비 및 감축효과

>> 투자비 및 경제성 분석

투자비(천원)			투자 회수기간(년)	
정부지원금	자부담금	총 투자비	정부지원금 미반영	정부지원금 반영
323,400	269,500	592,900	3.9	2.1

>> 온실가스 감축 및 에너지 절감 효과

LNG 절감량(Nm ³ /년) 전력 추가사용량(kWh/년)	온실가스 감축량 (tCO ₂ eq/년)	에너지 절감량 (GJ/년)	에너지 절감금액 (천원/년)
269,046 Nm ³ /년 126,655 kWh/년	528	9,248	153,792

18. 제당 공정 응축수 고효율 열교환기(PSHE) 설치로 스팀 사용량 절감

● 개요

- 제당공정 응축수의 미활용 여열을 열교환기를 설치해 제당공정 용당관에 활용하여 기존 감수 승온에 필요한 스팀 사용량 절감 및 온실가스 감축

● 현황 및 문제점

- 제당공정 필요열량보다 높은 응축수(80℃) 공급으로 미활용 열량 발생 및 에너지 손실 있음
- 제당공정 에너지사용량은 전체 연료사용량의 12%를 차지하는 에너지 다소비 공정으로 에너지 절감 필요 (제당공정내 용당관설비는 제당(세척 원당)과 감수의 혼합·용해 시 스팀 사용)

● 감축설비 설치 및 모니터링

>> 감축설비 설치

- 감수(저농도 설탕물) Tank에서 감수 Head Tank로 이송되는 배관에 Plate & Shell type 열교환기 설치
- 제당공정 응축수(80℃)와 열교환하여 감수 기존 온도(60℃)를 74℃까지 승온시켜 용당관에 투입되므로 용당관 혼합수(감수+제당) 평균온도를 높여 용당관 스팀사용량 절감
- 제당공정 응축수는 열교환 후 제당공정으로 공급·재사용
- 응축수 이송펌프 신규 설치

- 고효율 열교환기(PSHE) 특징

- 감수와 응축수 열교환시 감수 LEAK 위험요소 제거
- 컴팩트한 사이즈로 설치공간 확보 용이
- 유지보수 비용 절감

	<ul style="list-style-type: none"> • 고압에서 사용 • 고온에서 사용 • 가스켓 불필요(Leak 위험성 적음) • 오염율이 낮음 • 낮은 온도차에도 열교환 가능 • 컴팩트한 사이즈(적은 설치공간) • 유지보수 비용이 적게 소요됨
---	--

- 설치 사진



>> 모니터링 방법

- 모니터링 포인트 : 용당관 스팀사용량, 신규 펌프 전력사용량
- 용당관 투입 스팀배관에 스팀유량계 설치하여 용당관 스팀사용량 측정 및 DCS 전송·저장
- 신규 설치된 응축수 이송펌프에 적산전력계를 설치하여 펌프 소비전력 측정 및 일지 작성



● 투자비 및 감축효과

>> 투자비 및 경제성 분석

투자비(천원)			투자 회수기간(년)	
정부지원금	자부담금	총 투자비	정부지원금 미반영	정부지원금 반영
234,750	281,700	516,450	3.1	1.7

>> 온실가스 감축 및 에너지 절감 효과

LNG 절감량(Nm ³ /년) 전력 추가사용량(kWh/년)	온실가스 감축량 (tCO ₂ eq/년)	에너지 절감량 (GJ/년)	에너지 절감금액 (천원/년)
284,239 Nm ³ /년 38,432 kWh	610	12,023	166,416

19. 부산물건조기 열교환기(Double Wall 판형) 설치로 폐열 회수

● 개요

- 부산물건조기 스크러버수 폐열을 회수하여 액화공정 전분온도 예열에 활용함으로써 액화공정의 스팀 사용량 절감 및 온실가스 감축

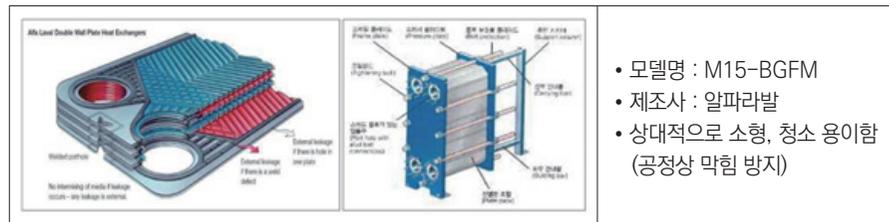
● 현황 및 문제점

- 부산물 건조기 운영 시 방출되는 스크러버수(70℃)는 별도의 폐열회수공정 없이 냉각수로 냉각하여 폐수처리하고 있어 에너지 손실 발생
- 액화공정은 Pre-heating 설비 부재로 온도를 전분온도를 45℃에서 108℃까지 승온하는데 다량의 스팀 에너지가 사용되어 에너지 절감 필요

● 감축설비 설치 및 모니터링

>> 감축설비 설치

- 수전분 이송라인에 Double-wall Type 판형 열교환기 설치
- 부산물건조기 스크러버수 폐열 활용을 위한 폐열 이송라인 설치
- 스크러버수 폐열과 열교환하여 액화공정에 공급되는 기존 전분 온도(45℃)를 50℃로 승온시켜 스팀사용량 절감
- Double-wall Type 판형 열교환기
 - 공정상 액 섞임을 방지하기 위해 Double-wall Type 열교환기 적용



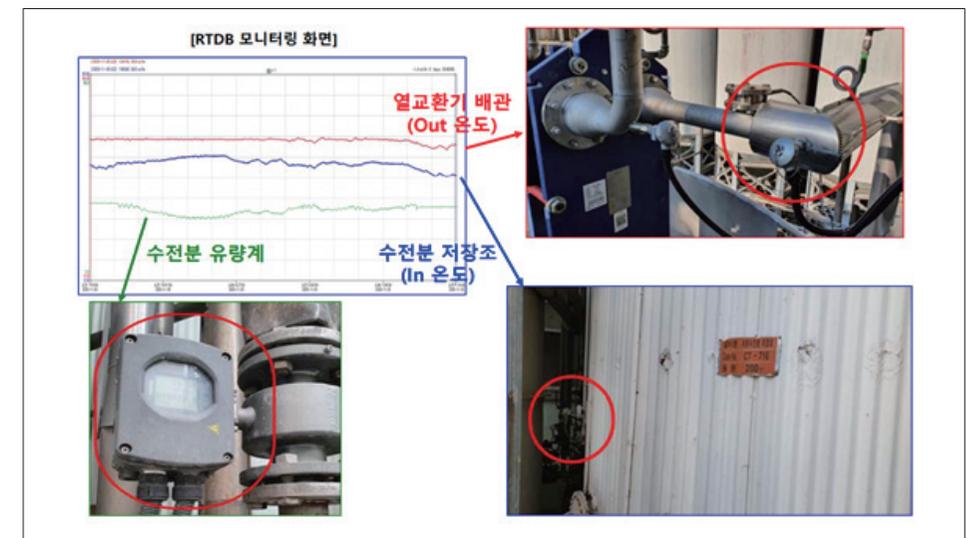
- 설치 사진



>> 모니터링 방법

- 모니터링 포인트 : 수전분 유량, 수전분 In 온도, 수전분 Out 온도
- 전자식 유량계를 설치하여 수전분량을 실시간 모니터링 측정
- 수전분의 열교환기 In/Out 온도를 RTD 센서 설치하여 RTDB에 실시간 저장 및 모니터링
- 회수열량은 실시간 측정된 유량데이터와 ΔT 로 환산하여 산출

- 모니터링 화면 및 계측 설비



● 투자비 및 감축효과

>> 투자비 및 경제성 분석

투자비(천원)			투자 회수기간(년)	
정부지원금	자부담금	총 투자비	정부지원금 미반영	정부지원금 반영
24,140	30,090	54,230	1.0	0.6

>> 온실가스 감축 및 에너지 절감 효과

LNG 절감량 (Nm³/년)*	온실가스 감축량 (tCO ₂ eq/년)	에너지 절감량 (GJ/년)	에너지 절감금액 (천원/년)
233,901	517	5,539	55,150

* 일부 유연탄 보일러로 스팀을 생산하지만, 사용량이 5% 미만으로 모두 LNG 절감량으로 산정함
 * LNG 절감량은 온실가스 감축량을 LNG 배출계수로 환산한 값임

20. 생산 현장 공조설비 관리 시스템 개선으로 전력 절감

● 개요

- 생산 현장 내 공조설비(96대)의 통합중앙제어 시스템을 구축하여 실별 적정온도 유지 및 불필요 가동을 최소화하여 전력사용량 절감 및 온실가스 감축

● 현황 및 문제점

- 현장 공조설비(96대)는 개별 수동제어로 작업장의 적정온도 유지 및 생산라인 휴동 시 전원 차단이 어려워 불필요한 가동으로 인한 에너지 손실 발생
 - 일부 공조설비(8대)는 실내기와 실외기 간의 거리가 멀어 압축기 부하 증가 및 하절기 기온 상승으로 실외기 응축 효율 저하되어 전력 증가

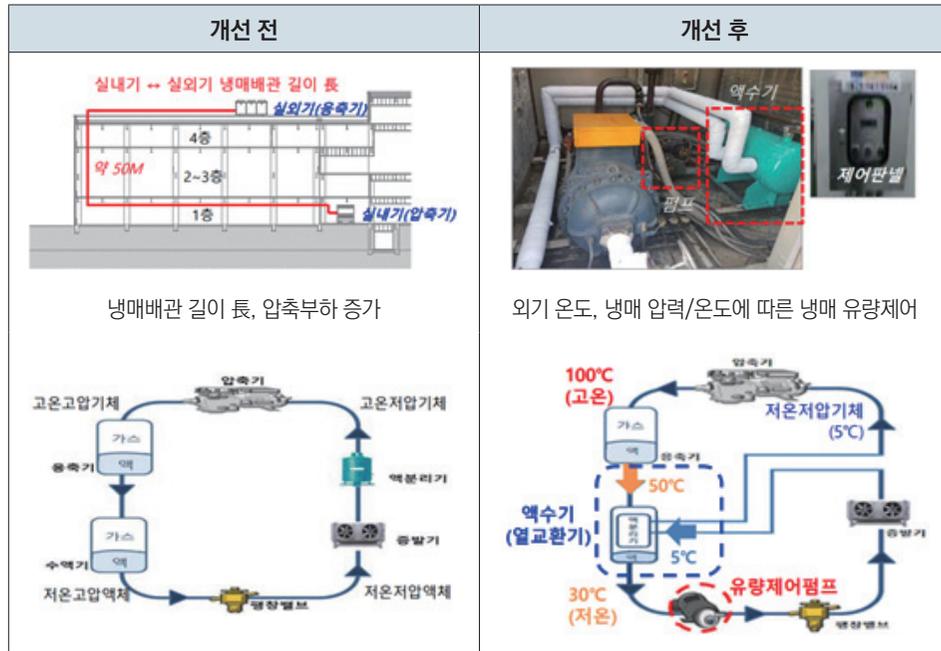
● 감축설비 설치 및 모니터링

>> 감축설비 설치

- 공조설비(96대) 통합중앙제어 시스템 설치
 - 통합 중앙제어 관리를 통해 전원 On-Off 제어, 온도 제어, 스케줄 관리 및 전력 Peak 관리(Peak 도달 전 자동 부하조절) 등 효율 운전으로 전력 절감



- 저효율 공조설비(8대)는 효율향상 설비(자율운전시스템) 설치하여 공조기 효율 향상
- 각 공조설비별 액수기(열교환기), 냉매제어펌프 각 1대, 압력스위치 2대 설치
- 액수기는 냉동사이클에 설치하여 압축기 고압발생 예방, 불응축 가스 발생 감소
- 냉매유량제어 펌프는 순환 냉매 온도/압력에 따라 압축기 부하 조절로 과전류 예방



>> 모니터링 방법

- 모니터링 포인트 : 공조기별 전력사용량
- 전력량계(96개소) 설치하여 공조기 개별 전력사용량 측정
- 외기온도는 인근 기상대 데이터 활용하여 CDD 변수화 및 단위 배출량 산출
: $\Sigma(\text{일평균온도} - \text{공조기기준온도})$, 0이상 값만 합산하여 CDD변수화 적용

● 투자비 및 감축효과

>> 투자비 및 경제성 분석

투자비(천원)			투자 회수기간(년)	
정부지원금	자부담금	총 투자비	정부지원금 미반영	정부지원금 반영
104,855	125,826	230,681	3.8	2.1

>> 온실가스 감축 및 에너지 절감 효과

전기 절감량 (kWh/년)*	온실가스 감축량 (tCO ₂ eq/년)	에너지 절감량 (GJ/년)	에너지 절감금액 (천원/년)
546,917	255	5,261	60,280

* 전기 절감량은 온실가스 감축량을 전기 배출계수로 환산하여 산정

21. 냉각수 고효율 펌프 교체로 효율 개선

● 개요

- 기존 효율 저하된 펌프 12대를 고효율 펌프(터보 블로워)로 교체 및 필요 양정 유량을 적정화하여 전력소비량과 온실가스를 감축함

● 현황 및 문제점

- 기존 펌프 효율 측정결과 냉동기 냉각수 펌프 양정이 기존의 정격 양정에 비해 낮게 운전되어 에너지 사용 증대됨에 따라 설비개선 필요

● 감축설비 설치 및 모니터링

>> 감축설비 설치

- 효율이 저하된 12개 펌프를 고효율 펌프로 교체 설치
(냉각수 순환용 3대, 브라인 공급/회수용 2대, 냉각수 순환용 7대)



>> 모니터링 방법

- 모니터링 포인트 : 펌프별 적산전력량 측정
- 기존 펌프 적산전력량계 설치 및 교체 설치된 고효율 펌프와 모터별 적산전력량계 설치하여 사업 전-후 전력사용량 측정
- 제품생산량과 전력사용량으로 전력 원단위(전력량/생산량) 산출

- 고효율 펌프 및 모터 계측기 설치 사진



● 투자비 및 감축효과

>> 투자비 및 경제성 분석

투자비(천원)			투자 회수기간(년)	
정부지원금	자부담금	총 투자비	정부지원금 미반영	정부지원금 반영
56,100	103,400	159,500	3.3	2.2

>> 온실가스 감축 및 에너지 절감 효과

전기 절감량 (kWh/년)*	온실가스 감축량 (tCO ₂ eq/년)	에너지 절감량 (GJ/년)	에너지 절감금액 (천원/년)
401,072	187	3,854	48,187

* 전기 절감량은 온실가스 감축량을 전기 배출계수로 환산하여 산정

22. 사업장 조명등 고효율 조명등(LED) 교체로 전력절감(1)

● 개요

- 공장과 건물에 설치된 형광등기구 및 가로등을 고효율 등기구로 교체하여 전력량 절감 및 조도 상승으로 작업환경 개선과 온실가스 감축

● 현황 및 문제점

- 사업장의 관리동, 작업동, 폐수처리장, 강당 등 총 7개 동에서 작업장 조명등으로 광범위하게 형광등이 사용됨
- 형광등 및 메탈할라이드등의 특성상 밝기 저하, 짧은 수명으로 인한 유지보수 비용 증가
- 낮은 소비전력, 긴수명 등의 에너지 절감효과가 우수한 LED등기구 도입 검토 필요

● 감축설비 설치 및 모니터링

>> 감축설비 설치

- 기존의 노출형광등(램프, 안정기) 29W-4,774개를 직관등(램프, 안정기) 18W-4,774개로 교체 설치
- 기존의 매입형광등(등기구, 램프, 안정기) 29W-1,378개는 등기구 전체를 철거하고 옛지평판(등기구, 램프, 안정기) 40W-650개로 교체 설치
- 기존의 가로등(등기구, 램프, 안정기) 400W-30개 및 300W-10개는 가로등(등기구, 램프, 안정기) 150W-30개, 120W-10개로 교체 설치

개선 전			개선 후			
품목	정격전력	수량	품목	정격전력	수량	모델명
노출형광등	29W	4,774개	직관등	18W	4,774개	PTA-1822-10
매입형광등	29W	1,378개	옛지평판등	40W	650개	PEPSA-4022-02
가로등	400W	30개	가로등	150W	30개	PHA-15022-10
	300W	10개		120W	10개	PHA-12022-10
합계 (총 193.408kW)		6,192개	합계 (총 117.632kW)		5,464개	



>> 모니터링 방법

- 모니터링 포인트 : 전등 전력사용량
- 전기사무실 모니터링 시스템을 설치하여 전등 전력사용량을 자동 집계 및 기록 후 저장
- 변전실 전등 변압기 Main Panel에 적산전력계를 설치하여 매일 일정시간(AM 9:00)에 체크하여 전력사용량을 산출



● 투자비 및 감축효과

>> 투자비 및 경제성 분석

투자비(천원)			투자 회수기간(년)	
정부지원금	자부담금	총 투자비	정부지원금 미반영	정부지원금 반영
113,000	22,600	135,600	4.3	2.2

>> 온실가스 감축 및 에너지 절감 효과

전기 절감량 (kWh/년)*	온실가스 감축량 (tCO ₂ eq/년)	에너지 절감량 (GJ/년)	에너지 절감금액 (천원/년)
418,154	194	4,014	52,269

23. 사업장 조명등 고효율 조명등(LED) 교체로 전력절감(2)

● 개요

- 전 공장에 설치된 형광등을 고효율 LED등으로 교체하여 전력사용량 절감 및 조도 상승에 따른 작업환경 개선

● 현황 및 문제점

- 생산동, 연구소, 폐수처리장, 창고 등 전 공장에서 형광등을 사용
- 기존 형광등에 비해 소비전력이 낮고 수명이 길어 조명 사용 전력을 절감할 수 있는 고효율 LED등으로 교체 필요

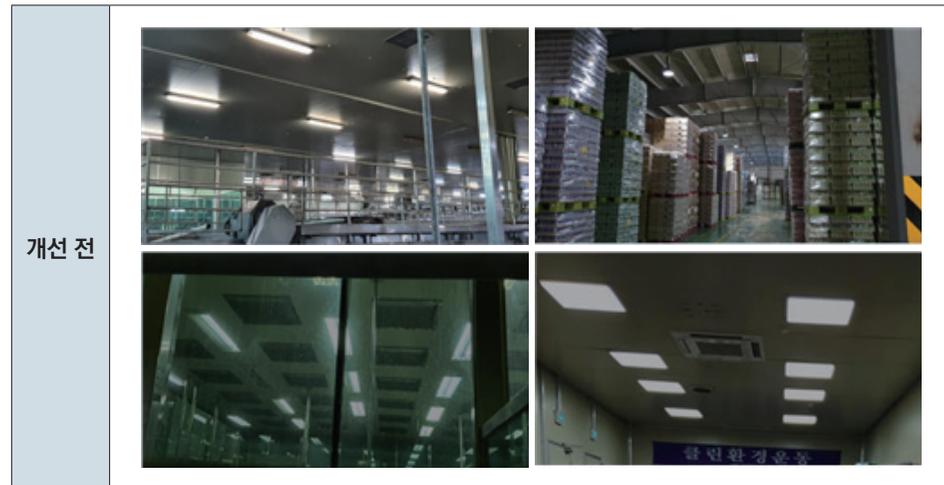
● 감축설비 설치 및 모니터링

>> 감축설비 설치

- 전 공장에 LED등 1,948개 교체 설치
- 배합실, 살균실 등 기존 방습 등기구의 노후화로 인해 튜브등 교체 시 등기구 파손이 많아 직관등 40W 등기구 자체를 교체 설치
- 고효율 LED 등 교체 설치내역

개선 전			개선 후			
품목	소비전력 (W/h)	수량	품목	소비전력 (W/h)	수량	모델명
방습등 FL (32W*2)	64	700	튜브등	18	336	PTA-1822-10
		58	평판등	40	58	PEPSA-4022-02 (1310*330)
방습등 FL	32	816	직관등	40	940	PWA-4022-xx
직부등 FPL (55W*2)	110	10			10	
노출갓등 FL (32W*2)	64	21			21	

품목	소비전력 (W/h)	수량	품목	소비전력 (W/h)	수량	모델명
사각방등 FPL (36W*3)	108	10	평판등	40	10	PEPSA-4022-03 (600*600)
사각방등 LED	40	15			15	
투광등 MH	150	192	투광등	120	192	PFA-12022-08
투광등 NH	175	3			3	
투광등 EL	100	231	투광등	100	231	PFA-10022-08
투광등 EL	75	2			2	
투광등 수은	150	42			42	
직부등 FPL	36	6	직부등	12	6	PEA-1222-23
직부등 EL,IL (13W*2)	26	7	다운라이트 6인치	12	7	PDA-1222-09
매입등 IL (13W*2)	26	60			60	
직부등 EL,IL	20	3	벌브등	10	3	PBA-1022-04A
직부센서등 (13W*2)	26	6	직부센서등	12	6	PEA-1222-24
매입등 FL (32W*2)	64	6	평판등	40	6	PEPSA-4022 (1310*330)
합계 (총 140,181W/h)		2,188	합계 (총 100,326W/h)		1,948	



>> 모니터링 방법

- 모니터링 포인트 : 조명 전력사용량
- 공장내 생산동, 사무동 및 기타시설에 조명 전용 적산전력계 22개소 설치하여 주 1회 측정 및 기록



● 투자비 및 감축효과

>> 투자비 및 경제성 분석

투자비(천원)			투자 회수기간(년)	
정부지원금	자부담금	총 투자비	정부지원금 미반영	정부지원금 반영
121,110	145,332	266,442	9.9	5.4

>> 온실가스 감축 및 에너지 절감 효과

전기 절감량 (kWh/년)	온실가스 감축량 (tCO ₂ eq/년)	에너지 절감량 (GJ/년)	에너지 절감금액 (천원/년)
215,729	100	2,071	26,969

24. 에너지경영시스템(EnMS) 구축

● 개요

- 사업장의 에너지원별 사용량을 공정단위, 설비단위로 계측기를 구축하고 실시간 모니터링 및 분석·관리하는 에너지경영시스템(EnMS) 도입·구축
- 에너지 증감 원인분석 및 개선대책 선정 등의 온실가스 및 에너지 저감 이행 수단 활용
- 온실가스 감축 목표설정의 조직단위 세분화 및 결과의 정량화

● 현황 및 문제점

- 에너지 비용 급상승으로 에너지 절감 필요성 고조되고 있으나 정량화된 DATA 부재
- 기존의 전력계측기 측정량을 관리자가 수기 관리함으로써 동시간대 측정이 불가능
- 용수는 식품업종 특성상 살균, 냉각에 따른 필요량이 많고 에너지와 연관성이 높으므로 공정단위 분석 필요
- 스팀은 기존 모니터링시스템이 별도 구축되어 있어 에너지경영관리를 위한 데이터 연동 필요

● 감축설비 설치 및 모니터링

>> 감축설비 설치

- 에너지경영시스템(EnMS) 구축 일정



- EnMS 계측기 인프라 구축 개요

- 전력 : ①설비별 원단위 분석가능, ②일별/월별 등 실시간 원단위 분석, ③원단위 목표설정 및 결과분석 가능
- 스팀: ①기존 모니터링설비와 EnMS 연결로 원단위 분석, ②생산량 Data 연계를 통한 실시간 분석 가능
- 용수 : ①공정 사용량 분석, ②특정 공정에 요구량 분석을 통한 기준분석, ③과잉 공급중인 유량체크, ④보일러의 절탄기 온수 운영 효율화

- EnMS 계측기 인프라 구축

- 에너지원별 공정·설비별 원단위 분석을 위한 계측 포인트를 구성하여 계측기 추가 설치 포인트 및 수량 선정

구분	항목	수량		구분	항목	수량	
		기존	신규			기존	신규
전력	전력량계	190	220	급수	유량계	15	35
	통신모듈	-	30	스팀	유량계	35	-
	중계기	-	10	시스템	소프트웨어	-	3

- 각 생산부서별 에너지 사용 대책회의를 진행하여 EnMS 도입 시 시스템 구현방향 도출



- 하드웨어 적합성 확인

- 설치 후 스카다시스템을 통한 EnMS 사용량과 VCB의 실제 전력사용량과의 오차 확인
- 말단 역률저하 파악, 이상 역률이 파악된 포인트 전력 계측기 RST상 수정 및 수정 후 오차량 1%내 진입 확인

전력 데이터 정적성 1차확인	전력 데이터 정적성 2차확인	EnMS/VCB 오차 확인/수정

- 데이터 안정성 확보

데이터 정합성 검토

- 메인 계측기와 안전 i-smar와 비교
- 상위 계측 포인트와 하위 계측포인트 압상 값 비교
- 오차 발생시 원인분석 및 개선

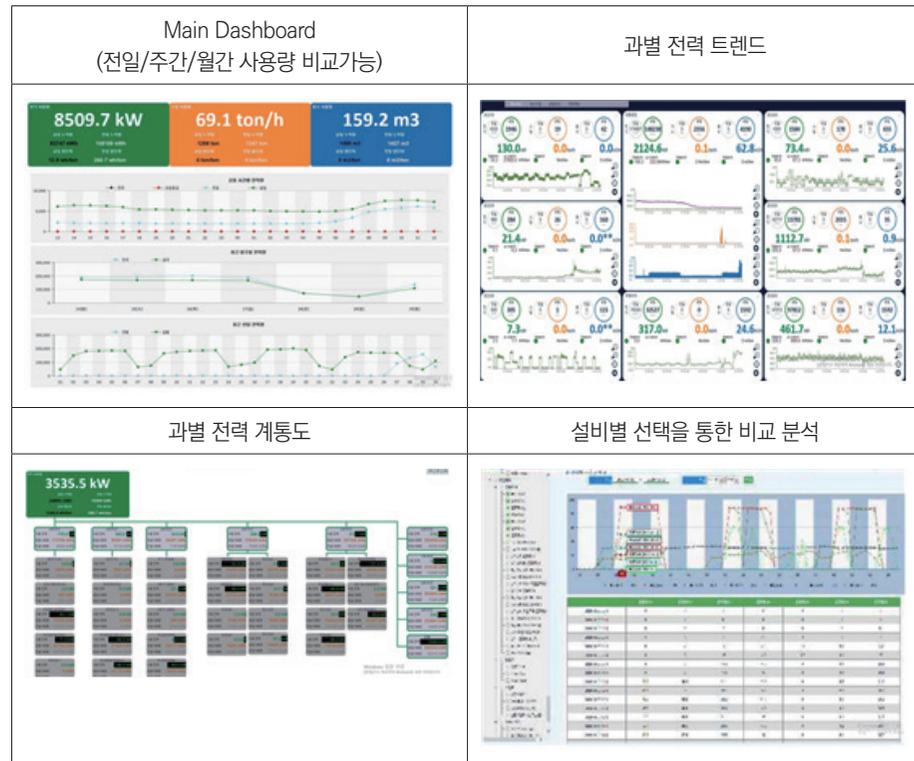
계측데이터 분석

- 정합성 검토후 최종보고시까지 실제 데이터 축적 [계측 데이터]
- 에너지원별 사용량
- 역률, 주파수 등 기타 계측항목
- 기존 모니터링(스팀)과 연계 계측 항목
- 제품 생산량 mes 연계

절감잠재량 확인 및 데이터 활용방안

- 계측데이터와 기타데이터의 종합적인 분석
- 에너지절약 아이템 발굴 및 사업추진
- 에너지절약 수단 성과 평가

- 에너지경영시스템(EnMS) 화면



<p>전력량 #1~#220</p> <ul style="list-style-type: none"> • 모델명: gems3500 • 용도: 전력량 측정 • 정밀도: 1.0급 • 측정기능: 유류, 주파수, 역률 	<p>유량계 #1~#35</p> <ul style="list-style-type: none"> • 모델명: CPTISONIC 6300 • 용도: 유량 측정 • 정밀도: 1.0급 • 측정범위: 0.5m/s~20m/s
<p>전력량계 전경</p>	<p>스팀유량계, 스팀모니터링 시스템</p>

● 투자비 및 감축효과

>> 투자비

투자비(천원)		
정부지원금	자부담금	총 투자비
300,000	391,240	691,240

>> 모니터링 방법

- 모니터링 포인트 선정요인
 - 생산/공용 분류하여 인프라 구축 및 에너지사용비율 기준으로 계획기 인프라 구축 조절
 - 전력: 세부 설비단까지 공정관리, 원가관리 등 계획관리 필요 포인트를 선정
 - 용수: 세부공정과 과별 분리를 위해 헤더를 통해 분리되어지는 말단에 설치
- 전력 모니터링 포인트: 기존 190개, 신규 220개 적산전력계 설치
- 유량 모니터링 포인트: 기존 15개, 신규 15개 급수유량계 설치
- 스팀 유량계 기존 35개 및 기존 스팀모니터링시스템과 모니터링 연동

>> 에너지경영 활동계획 수립 감축 기대효과

순	개선계획 과제	에너지원	감축량 (tCO ₂ eq)	절감량 (GJ)	절감금액 (백만원)
1	냉동기 시스템 개선	전력	507.47	10,448.62	130.61
2	공기압축기 개선	전력	276.94	5,681.52	71.02
3	공기압축기 운전방법 개선	전력	62.00	1,276.53	15.96
4	4과 스팀 제트트랩 교체	스팀	31.22	553.00	8.19
5	축열기 스팀압력 조정	스팀	92.87	1,627.36	24.10
6	5과 2,3호기스팀트랩 교체	스팀	79.35	1,405.54	20.81
7	5과 1~5호라인 취반기 스팀 디지털 컨트롤밸브 설치	스팀	597.35	10,590.43	156.81
합 계		전력	845.41	17,406.67	217.59
		스팀	800.29	14,176.33	209.91
		계	1,646.70	31,583.00	427.50



4.

온실가스

감축수단 발굴

컨설팅

지원사업 사례



4.1. 지원사업 개요

4.1.1 식품업종 목표관리제 온실가스 감축수단 발굴 컨설팅

(1) 사업목적

- 온실가스 감축을 위해 업체별 에너지소비, 온실가스 배출특성을 고려한 최적화된 감축수단 발굴 컨설팅을 제공하여 관리업체의 목표관리제 대응역량 강화 및 경영부담 완화
 - 사업장에 실효성 있게 적용 할 수 있는 감축수단 발굴 및 지원방안 마련

(2) 지원 대상

- 식품업종 목표관리제 대상 사업장 (중소·중견기업은 전액 지원)

(3) 지원내용

- 온실가스·에너지 감축수단 발굴을 위한 지원사업장 맞춤형 컨설팅
 - 관리업체(사업장)이 원하는 에너지효율향상 기술(활동) 또는 설비를 중점 진단
 - 감축수단 발굴을 위한 지원사업장 특성과약 및 에너지 절감 컨설팅
 - 사업장 지정설비(사업장 신청) 중점진단
 - 공정개선을 통한 에너지효율향상 방안 도출 등

※ 에너지·공정 및 생산에 관련된 사업장 내부전문가 참여 필수
※ 사업장 특성 파악과 단기간의 집중진단을 위하여 신청 사업장의 진단보고서(최근보고서)를 신청서와 함께 제출
- 발굴된 감축수단 적용 우선순위(타당성) 도출 및 감축예상량 산정
 - 발굴된 감축수단의 온실가스·에너지 감축예상량, 에너지비용절감액, 시설투자예상액 등의 산정 및 도출

- 온실가스·에너지 발굴 감축수단 적용을 위한 지원
 - 각종 지원제도 및 설비투자 지원 가이드제공, 컨설팅 결과 보고서 통보

(4) 추진일정(안)



4.1.2 중소농식품기업 온실가스·에너지 감축지원 사업

(1) 사업목적

- 에너지 절감 기술 도입 및 절감 효율 분석 등에 어려움을 겪고 있는 음식료품 업종의 중·소규모 기업의 온실가스 감축수단 발굴컨설팅 (감축 잠재량 평가 포함) 및 배출권거래제 외부사업 등록 등을 지원하여 식품기업 경쟁력 향상 및 배출권거래 신소득 창출에 기여

(2) 지원 대상적

- (모집대상) 음식료품 업종의 제조업체 중 온실가스 규제*를 받지 않는 중·소규모 기업
 - * 「저탄소 녹색성장 기본법」 및 동법 시행령에 따른 목표관리제 관리업체와 「온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률」 및 동법 시행령에 따른 배출권거래제 할당대상업체
- (선정기준) ‘중소농식품기업 온실가스·에너지 감축지원 사업’에 대한 관심도와 사업효과(감축여력), 배출권거래제 외부사업 등록 추진 의지, 접수순서 등을 고려하여 지원 대상업체 선정
 - * 지원 기업의 신청서를 통해 에너지관리 수준 파악 및 감축여력 검토 예정

(3) 지원 절차



- * 감축잠재량 보고서란?
사업장 내 주요 설비에 대해 에너지 진단을 실시하여 감축수단을 발굴, 개선사항 및 기대효과를 기술한 보고서로서 향후 해당 기술 도입 시 활용가능

(4) 지원 내용

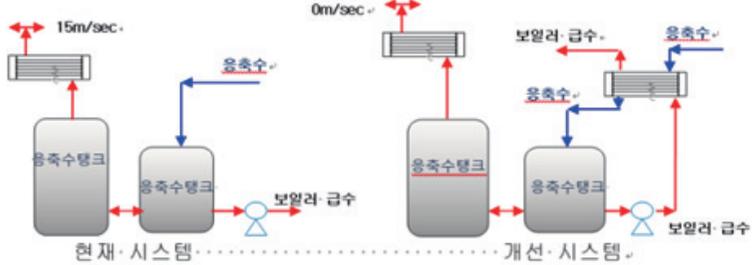
- 사업장 에너지 비용 절감 및 효율 향상을 위한 맞춤형 컨설팅 지원
 - 사업장 내 주요 설비 진단 및 에너지 절감방안* 도출
 - * 감축 아이템별 예상 온실가스 감축량 및 에너지 절감효과, 투자비용 등 경제성 분석
 - 사업장별 감축잠재량 보고서 제공
- ‘배출권거래제 외부사업’ 추진 의사가 있을 시 등록 지원
- 향후 ‘중소농식품기업 대상 감축 설비지원 사업’ 추진 시 본 사업 참여기업에게 인센티브 방안(가점 부여 등) 고려 중

4.2. 주요 감축수단 발굴 사례

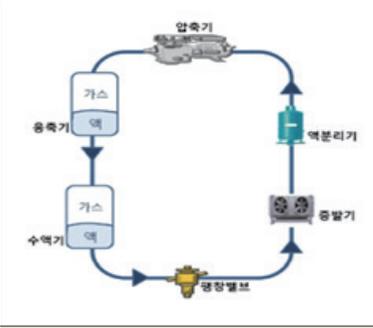
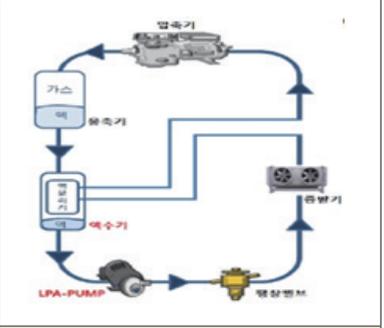
- '18~'20년까지 관리업체 및 비규제업체를 대상으로 수행한 온실가스 감축수단 발굴 지원사업 결과 중 투자회수기간이 3년 이하로 투자효과가 높은 감축 수단 15가지 발굴 사례를 소개함

2018 ~ 2020 감축기술 발굴 아이템 LIST

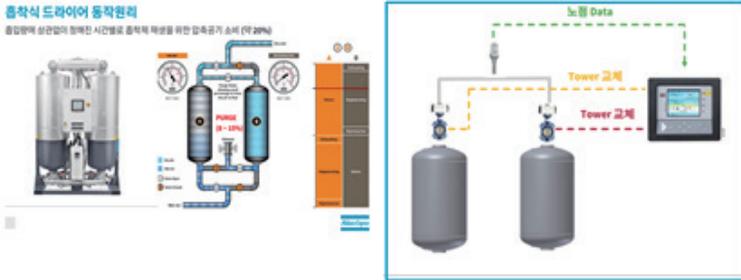
No	감축기술명	예상효과			
		온실가스 감축량 (tCO ₂ eq/년)	에너지 절감량 (GJ/년)	에너지 절감금액 (천원/년)	투자회수 기간(년)
1	벤트 스팀 폐열 회수 시스템 도입	367	7,688	99,800	0.3
2	보일러 수처리 시스템 도입	290	6,071	122,600	1.6
3	보일러 적정 공연비 제어 시스템 도입	13	269	3,600	2.8
4	보일러 연료 전환(감압 정제유 →LNG)	123	-	70,425	0.7
5	냉동기 하이세이브 에너지 절감 시스템 도입	99	2,042	22,339	0.6
6	압축공기 leak test를 통한 에너지 절약	243	5,011	62,600	0.3
7	공기 압축기 폐열 회수시스템 도입	349	7,188	58,400	0.9
8	공기 압축기 흡착식 드라이어 개선	274	5,634	70,425	1.1
9	폐수처리장 폐수 폐열 회수시스템 도입	122	2,513	157,100	0.3
10	폐수처리장 고효율 Blower 교체	46	944	10,624	2.3
11	유당기 배기가스 폐열 회수시스템 도입	37	778	10,200	1.0
12	유당기 버너 운전 시스템 개선	97	2,032	29,500	1.7
13	오븐기 폐열 회수시스템 도입	5	113	7,056	1.4
14	스팀 트랩 진단 및 교체	9	180	3,300	0.7
15	고온의 스팀 배관 보온 개선	38	746	9,864	1.0

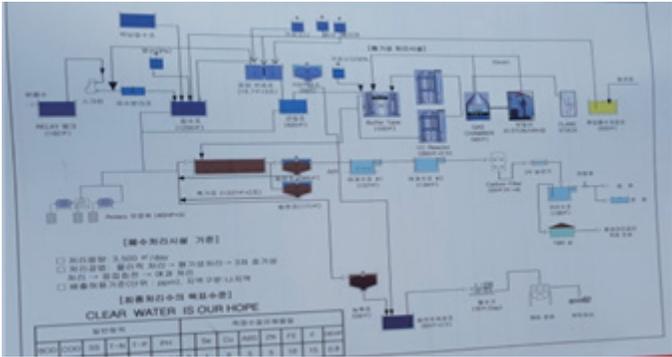
001	보일러	벤트 스팀 폐열 회수 시스템 도입		
감축기술명		벤트 스팀 폐열 회수 시스템 도입		
현황 및 문제점	- 스팀 응축수 탱크에서 다량의 벤트 스팀 발생(에너지 낭비)			
		<ul style="list-style-type: none"> · 벤트 배관 사이즈 : 125mm · 벤트 배관 면적 : 0.01227m² · 벤트 스팀 속도 : 15m/sec 		
개선 방안	<ul style="list-style-type: none"> - 벤트 스팀 폐열을 회수하기 위해 추가 열교환기 설치 - 회수된 폐열은 보일러 급수온도 상승에 사용(폐열 회수 시기와 사용 시기가 같아 가장 효율적임) - 보일러 급수온도가 80℃ 이상이면 폐열회수 시 급수 펌프에 캐비테이션 우려가 있어 주의가 필요 			
	<p><참고> 캐비테이션(공동현상)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유체의 증기압보다 펌프 내 압력이 낮아져서 생기는 기포, 또는 그러한 현상 - 캐피테이션 현상으로 펌프가 직접적으로 손상될 수 있으므로 펌프의 가동환경 체크가 필요 			
				
연간 기대효과	에너지원 (LNG_Nm ³)	166,038	에너지 절감량 (GJ)	7,688
	온실가스 절감량 (tCO ₂ eq/년)	367	절감금액 (천원)	99,800
투자비 (천원)	30,000	투자회수기간(년)	0.3	

004	보일러			
감축기술명	보일러 연료 전환(감압 정제유 →LNG)			
현황 및 문제점	<ul style="list-style-type: none"> - 현재 보일러 연료로 감압 정제유 사용 - 아래와 같은 조건일 경우 스팀 1kg 생산 시, 감압정제유 사용 스팀단가는 38.3원이며 LNG의 경우 30.7원임 〈조건〉 감압 정제유 kg당 750원, LNG는 Nm³ 당 600원 기준 			
개선 방안	<ul style="list-style-type: none"> - 감압 정제유 연료 사용 보일러를 가스 사용 보일러로 전환 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>▶ 연료 전환으로 연간 연료사용량</p> <ul style="list-style-type: none"> - 감압 정제유 연료 사용량 : 1,569kg/일×300일/년 = 470,700리터/년 - 가스 연료(LNG) 사용량 : 1,570Nm³/일×300일/년 = 471,000Nm³/년 <p>▶ 감압 정제유 연료에서 가스 연료(LNG 등)로 연료 전환 시 연간 연료 비용 절감 금액 산출(동일 보일러 효율)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 부생 연료 : 470,700리터/년×750원/리터 = 353,025,000원/년 - 가스 연료 : 203,100Nm³/년×600원/Nm³ = 282,600,000원/년 - 절감 금액 : 353,025,000원/년 - 282,600,000원/년 = 70,425,000원/년 </div> <ul style="list-style-type: none"> - 스팀 생산단가를 비교하여 보일러 교체 투자 타당성 검토 - 비용 이외에 기타 환경문제 및 효율적 보일러 관리 고려 			
연간 기대효과	에너지원 (LNG_Nm ³)	55,511	에너지 절감량 (GJ)	-
	온실가스 절감량 (tCO ₂ eq/년)	123	절감금액 (천원)	70,425
투자비 (천원)	50,000	투자회수기간(년)	0.7	

005	냉동기			
감축기술명	냉동기 하이세이브 에너지 절감 시스템 도입			
현황 및 문제점	<ul style="list-style-type: none"> - 제품 냉동을 위해 스크류 냉동기(냉매: NH3, 이단 압축, 인터쿨러 밀폐형) 9대가 설치되어 있으며 4대가 상시 가동 중 - 가동률이 높은 냉동기(1호기 73.13[USRT])의 운전data를 측정하여, Cool Pack 프로그램으로 분석한 결과 COP 1.04로 정격 COP 1.22에 비해 85.25% 수준으로 효율이 낮음 			
개선 방안	<ul style="list-style-type: none"> - 기존 냉동기 사이클에 LPA-PUMP와 액수기(열교환기)를 적용하여 응축압력을 10[bar] 이하로 낮게 유지해 에너지를 절감하는 하이세이브 에너지 절감 시스템 도입 - 일반적으로 냉동기의 성능을 좌우하는 것은 압축비(응축압력(온도)과 증발압력(온도))이므로, 낮은 응축압력을 유지하여 에너지 절감 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>개선전</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>개선후</p> </div> </div>			
연간 기대효과	에너지원 (LNG_Nm ³)	212,755	에너지 절감량 (GJ)	2,042
	온실가스 절감량 (tCO ₂ eq/년)	99	절감금액 (천원)	22,339
투자비 (천원)	14,000	투자회수기간(년)	0.6	

007		공기 압축기		
감축기술명		공기 압축기 폐열 회수시스템 도입		
현황 및 문제점	<ul style="list-style-type: none"> - 공기압축은 고온의 압축공기 및 오일을 냉각하는 과정에서 다량의 열이 발생 - 과열에 따른 기계적 손상이나 효율 저하를 예방하기 위해 공냉식 냉각 장치를 이용해 대기 로 폐열을 배출 			
				
개선 방안	<ul style="list-style-type: none"> - 공기압축기의 폐열을 활용할 수 있는 폐열회수 시스템 도입 - 공기압축기 폐열을 공장의 온수 열원으로 사용하여 에너지 이용 효율 극대화 (전체 폐 열의 90% 이상 회수) 			
				
연간 기대효과	에너지원 (LNG_Nm³)	748,800	에너지 절감량 (GJ)	7,188
	온실가스 절감량 (tCO ₂ eq/년)	349.10	절감금액 (천원)	58,400
투자비 (천원)	50,000	투자회수기간(년)	0.9	

008		공기 압축기		
감축기술명		공기 압축기 흡착식 드라이어 개선		
현황 및 문제점	<ul style="list-style-type: none"> - 현재 설치된 공기압축 건조방식은 퍼지 재생 흡착식 드라이어 방식으로 - 흡입량에 상관없이 정해진 시간별로 흡착제를 재생하여 에너지 낭비 요인 (약 20%) 			
				
개선 방안	<ul style="list-style-type: none"> - 공기압축기 흡착식 드라이어를 노점(이슬점)제어 방식으로 변경 - 흡착제 재생을 노점 제어방식으로 변경하면 불필요한 Purge량 감소로 에너지 절감 			
				
연간 기대효과	에너지원 (LNG_Nm³)	586,872	에너지 절감량 (GJ)	5,634
	온실가스 절감량 (tCO ₂ eq/년)	274	절감금액 (천원)	70,425
투자비 (천원)	80,000	투자회수기간(년)	1.1	

009		폐수처리장		
감축기술명		폐수처리장 폐수 폐열 회수시스템 도입		
현황 및 문제점	<ul style="list-style-type: none"> - 공장에서 배출한 폐수의 온도가 최고 50℃로 폐수처리장 배출허용기준(40℃)보다 높음 - 고온의 폐수는 폐수처리 과정에서 자연적으로 온도를 낮추고 있으나 에너지 낭비 요인 - 여름철의 경우 외부 온도가 높아 고온의 폐수가 폐수처리 효율에 영향을 주어 별도의 조치가 필요 			
				
개선 방안	<ul style="list-style-type: none"> - 폐열회수 시스템을 도입하여 폐수의 온도는 낮추고, 조업에 필요한 온수 생산 - 폐수 중 회수할 수 있는 열량은 500,000kg/일 × (50 - 35)℃ = 7,500,000kcal/일 - 회수된 폐열의 열량은 온도 10℃ 용수를 35℃ 온수로 1일 300톤 생산 가능한 열량(필요 온도는 가정값) 			
				
연간 기대효과	에너지원 (LNG_Nm³)	261,750	에너지 절감량 (GJ)	2,513
	온실가스 절감량 (tCO ₂ eq/년)	122	절감금액 (천원)	157,100
투자비 (천원)	40,000	투자회수기간(년)	0.3	

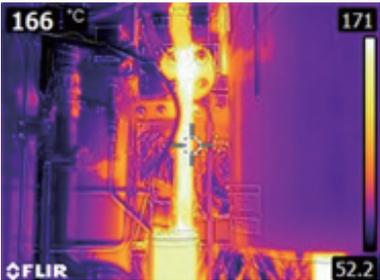
010		폐수처리장		
감축기술명		폐수처리장 고효율 Blower 교체		
현황 및 문제점	<ul style="list-style-type: none"> - 폐수처리장 폭기조에 설치된 Blower의 효율이 낮음 - 현재 가동 Blower의 이론적 동력은 3.07kw 이나, 실제 소요 동력은 14.3kw로 약 4.66 배의 동력이 사용되어 에너지 낭비 요인 			
				
개선 방안	<ul style="list-style-type: none"> - 폐수처리장 폭기조의 Blower를 고효율 인증 설비로 교체 - 폭기조에 미세공기방울을 발생시키는 DIFFUSER(산기장치)를 같이 교체하면 적은 공기량 공급으로 폐수처리효율 향상과 전력비 절감 가능 			
	개선 전	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 현재 Blower 전기 소모량 - 연간 전기 사용량 : 14.3kw × 24hr/day × 365day/year = 125,268kw/year - 연간 전기 사용 금액 : 125,268kw/year × 108원/kw = 13,528,944원/년 		
개선 후	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 고효율 Blower 전기 소모량 - 연간 전기 사용량 : 3.07kw × 24hr/day × 365day/year = 26,893.2kw/year - 연간 전기 사용 금액 : 26,893.2kw/year × 108원/kw = 2,904,465.6원/년 			
연간 기대효과	에너지원 (LNG_Nm³)	98,375	에너지 절감량 (GJ)	944
	온실가스 절감량 (tCO ₂ eq/년)	46	절감금액 (천원)	10,624
투자비 (천원)	24,000	투자회수기간(년)	2.3	

011	생산설비			
감축기술명		유탕기 배기가스 폐열 회수시스템 도입		
현황 및 문제점	<ul style="list-style-type: none"> - 현재, 유탕기에서 배기가스 온도가 200℃인 폐열이 대기 중으로 배출 - 절탄기가 있음에도 고온의 배기가스가 배출되는 상태는 절탄기가 정상작동하지 않거나, 연소실 내에서 열전달이 제대로 이루어지지 않음을 의미 			
				
개선 방안	<ul style="list-style-type: none"> - 절탄기를 점검하여 정상적인 운전이 가능하도록 개선 - 유탕기 버너 내부 튜브의 스케일(이물질) 생성 여부를 점검하여 이상이 있을 경우 스케일 제거 청소를 실시 - 연소실 내부의 열전달이 잘 될 수 있도록 주기적인 관리 - 절탄기의 폐열회수가 정상적으로 이루어지면 3.5%의 연료 절감 가능 			
	<p>▶ 배기가스 손실 열량 계산 (배기 가스 온도 100℃로 배출 가능)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 배기가스 배출량 : [이론배기가스량 + (공기비 - 1) × 이론연소공기량] $= [11.687 + (1.2 - 1) \times 10.685] = 13.82 \text{ Nm}^3/\text{Nm}^3\text{-연료}$ - 손실 열량 계산 : $1.463 \text{ Nm}^3/\text{일} \times 13.82 \text{ Nm}^3/\text{Nm}^3 \times (200 - 100)^\circ\text{C} \times 0.34 \text{ kcal}/\text{Nm}^3\text{C}$ $= 687,434.44 \text{ kcal}/\text{일}$ 			
연간 기대효과	에너지원 (LNG_Nm ³)	16,797	에너지 절감량 (GJ)	778
	온실가스 절감량 (tCO ₂ eq/년)	37	절감금액 (천원)	10,200
투자비 (천원)	10,000	투자회수기간(년)	1.0	

012	생산설비																																							
감축기술명		유탕기 버너 운전 시스템 개선																																						
현황 및 문제점	<ul style="list-style-type: none"> - 유탕기에 설치되어 있는 버너는 On-Off 운전방식으로 가동되기 때문에 유탕기의 온도와는 관계 없이 운전되어 연료 손실발생 																																							
																																								
개선 방안	<ul style="list-style-type: none"> - 버너 타입 교체로 유탕기 운전 온도에 따라 버너의 연료사용량을 비례 제어 방식으로 공급하여 불필요한 연료의 낭비 예방 - 비례 제어방식을 도입하면 연료사용량에 따라 최대 15.1%에서 최소 5.7%의 연료 절감 - 추가로 노후 가스 버너 교체로 평균 약 10% 연료 절감 효과 기대 																																							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Model</th> <th>제어방식</th> <th>출력(× 1000 kcal/h)</th> <th>모터(W) (220/380V)</th> <th>가스공급압력 (mmAQ)</th> <th>배관경(M)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>G10</td> <td>on-off</td> <td>45~100</td> <td>90</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>G20</td> <td>on-off</td> <td>140~180</td> <td>150</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>G20s</td> <td>on-off</td> <td>72~200</td> <td>150</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>GS10</td> <td>on-off</td> <td>45~100</td> <td>90</td> <td>200mmAQ</td> <td>1/2또는 3/4"</td> </tr> <tr> <td>GS20</td> <td>on-off</td> <td>72~190</td> <td>150</td> <td>200mmAQ</td> <td>3/4"</td> </tr> </tbody> </table>					Model	제어방식	출력(× 1000 kcal/h)	모터(W) (220/380V)	가스공급압력 (mmAQ)	배관경(M)	G10	on-off	45~100	90	-	-	G20	on-off	140~180	150	-	-	G20s	on-off	72~200	150	-	-	GS10	on-off	45~100	90	200mmAQ	1/2또는 3/4"	GS20	on-off	72~190	150	200mmAQ
Model	제어방식	출력(× 1000 kcal/h)	모터(W) (220/380V)	가스공급압력 (mmAQ)	배관경(M)																																			
G10	on-off	45~100	90	-	-																																			
G20	on-off	140~180	150	-	-																																			
G20s	on-off	72~200	150	-	-																																			
GS10	on-off	45~100	90	200mmAQ	1/2또는 3/4"																																			
GS20	on-off	72~190	150	200mmAQ	3/4"																																			
개선 전	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 기존 On-Off 버너 - 최대 출력 : 26,306kcal/hr ÷ 190,000kcal/hr × 100 = 13.8% - 최소 출력 : 26,306kcal/hr ÷ 72,000kcal/hr × 100 = 36.5% 																																							
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 신설 비례제어 버너 - 최대 출력 : 15,430kcal/hr ÷ 190,000kcal/hr × 100 = 8.1% - 최소 출력 : 15,430kcal/hr ÷ 72,000kcal/hr × 100 = 21.4% 																																							
연간 기대효과	에너지원 (LNG_Nm ³)	43,890	에너지 절감량 (GJ)	2,032																																				
	온실가스 절감량 (tCO ₂ eq/년)	97	절감금액 (천원)	29,500																																				
투자비 (천원)	50,000	투자회수기간(년)	1.7																																					

013		생산설비		
감축기술명		오븐기 폐열 회수시스템 도입		
현황 및 문제점	<ul style="list-style-type: none"> - 오븐기 배기가스의 온도가 200~230℃로 폐열이 대기 중으로 배출 - 온도가 높은 배기가스가 대기 중으로 배출되므로 환경 오염 및 에너지 손실 발생 			
				
개선 방안	<ul style="list-style-type: none"> - 연료 1Nm³/hr 당 배기가스 배출량 계산 - 회수한 폐열은 공장의 온수 열원으로 사용하여 에너지 이용 효율 극대화 가능 			
	<p>▶ 기존 On-Off 버너 $G_s = [\text{이론배기가스량} + (\text{공기비} - 1) \times \text{이론연소공기량}]$ $= [11.53 + (1.2 - 1) \times 10.77] = 13.68 \text{Nm}^3/\text{Nm}^3\text{-연료}$</p> <p>▶ 배출가스에서 회수 가능한 열량(열 회수 후 배기가스 온도 100℃) $= 100 \text{Nm}^3/\text{hr} \times 13.68 \text{Nm}^3/\text{Nm}^3\text{-연료} \times 0.33 \text{kcal}/\text{Nm}^3\text{℃} \times (200 - 100) \text{℃}$ $= 45,144 \text{kcal}/\text{hr}$</p> <p>▶ 절가 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 연료 환산 절감량 $45,144 \text{kcal}/\text{일} / (9,540 \text{kcal}/\text{Nm}^3 \times 0.966) = 4.9 \text{Nm}^3/\text{hr}$ - 연료 환산 절감 금액 $4.9 \text{Nm}^3/\text{hr} \times 24 \text{hr}/\text{day} \times 100 \text{day}/\text{년} \times 600 \text{원}/\text{Nm}^3 = 7,056,000 \text{원}/\text{년}$ </p>			
연간 기대효과	에너지원 (LNG_Nm ³)	11,760	에너지 절감량 (GJ)	113
	온실가스 절감량 (tCO ₂ eq/년)	5	절감금액 (천원)	7,056
투자비 (천원)	10,000	투자회수기간(년)	1.4	

014		생산설비		
감축기술명		스팀 트랩 진단 및 교체		
현황 및 문제점	<ul style="list-style-type: none"> - 공장 내 스팀 트랩에 대한 정기 진단이 없어 일부 스팀 트랩에서 스팀 누출로 스팀 사용량이 증가하여 에너지 낭비 - 공장 내 스팀 트랩의 위치, 모델 및 타입에 대한 자료가 부재 - 일반적인 산업체의 스팀 트랩 불량률은 3~5% 이내이며, 현재 사업장의 불량률은 33%로 스팀 트랩의 정기적인 관리가 필요 			
	개선 방안	<ul style="list-style-type: none"> - 진단 결과 이상이 있는 스팀트랩 3기는 같은 타입의 스팀 트랩으로 교체 		
<p>▶ 누출량 계산식 $- G = 0.5626 \times d^2 \times \sqrt{p/v}$에서 (G : 스팀 누출량 p : 스팀압력 kg/cm² v : 스팀의 비용적 m³/kg d : 스팀 트랩 오리피스 직경 mm)</p> <p>▶ 누출량 산정 값 $- G = 0.5626 \times d^2 \times \sqrt{p/v} = 0.5626 \times 10^2 \times \sqrt{3/0.6106} = 124.7 \text{kg}/\text{hr}$</p> <p>* 이 경우 공정에서 응축수도 동시에 같이 발생 되므로 이 누출량이 전량 스팀의 누출로 볼 수 없으므로 보정 계수를 주는데 통상 8.25%만이 증기 누출로 산정</p>				
연간 기대효과				
	에너지원 (LNG_Nm ³)	3,884	에너지 절감량 (GJ)	180
온실가스 절감량 (tCO ₂ eq/년)	9	절감금액 (천원)	3,300	
투자비 (천원)	2,360	투자회수기간(년)	0.7	

015	생산설비																																																																																																			
감축기술명		고온의 스팀 배관 보온 개선																																																																																																		
현황 및 문제점	<ul style="list-style-type: none"> - 공장에 설치된 일부 스팀 배관이 보온이 되어 있지 않아 방열 손실이 발생 - 보온상태 불량으로 방열된 열에 의해 주변 온도를 상승시키는 부작용 초래 																																																																																																			
	 																																																																																																			
개선 방안	<ul style="list-style-type: none"> - 보온상태가 불량한 스팀배관에 보온 개선 - 보온이 안 된 스팀 배관을 단열 효율 80% 이상의 보온재로 단열 																																																																																																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">증기 주관 계산</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>압력</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>배관압</td><td>증기 무중</td><td></td></tr> <tr><td>Pressure</td><td>7.500 kgf/cm² g</td><td></td></tr> <tr><td>배관 직경 (mm)</td><td>80 mm</td><td>sch 40</td></tr> <tr><td>배관 길이</td><td>100 m</td><td></td></tr> <tr><td>배관 상태</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>대기 온도</td><td>0 °C</td><td></td></tr> <tr><td>대기 풍속</td><td>4 m/s</td><td></td></tr> <tr><td>스팀 온도</td><td>172 °C</td><td></td></tr> <tr><td>온도차</td><td>162 °C</td><td></td></tr> <tr><td>유속수 측정량</td><td>예질시</td><td>48.6 kg/h</td></tr> <tr><td></td><td>측정시</td><td>8.6 kg/h</td></tr> <tr><td>Flow rate (kg/h)</td><td>500 kg/h</td><td></td></tr> <tr><td>압력 강하 (kgf/g)</td><td>0.184 kgf/cm²</td><td></td></tr> <tr><td>배관내 속도</td><td>16.282 m/s</td><td></td></tr> </tbody> </table>		증기 주관 계산			압력			배관압	증기 무중		Pressure	7.500 kgf/cm ² g		배관 직경 (mm)	80 mm	sch 40	배관 길이	100 m		배관 상태			대기 온도	0 °C		대기 풍속	4 m/s		스팀 온도	172 °C		온도차	162 °C		유속수 측정량	예질시	48.6 kg/h		측정시	8.6 kg/h	Flow rate (kg/h)	500 kg/h		압력 강하 (kgf/g)	0.184 kgf/cm ²		배관내 속도	16.282 m/s		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">증기 주관 계산</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>압력</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>배관압</td><td>증기 무중</td><td></td></tr> <tr><td>Pressure</td><td>7.500 kgf/cm² g</td><td></td></tr> <tr><td>배관 직경 (mm)</td><td>80 mm</td><td>sch 40</td></tr> <tr><td>배관 길이</td><td>100 m</td><td></td></tr> <tr><td>배관 상태</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>대기 온도</td><td>10 °C</td><td></td></tr> <tr><td>대기 풍속</td><td>4 m/s</td><td></td></tr> <tr><td>스팀 온도</td><td>172 °C</td><td></td></tr> <tr><td>온도차</td><td>162 °C</td><td></td></tr> <tr><td>유속수 측정량</td><td>예질시</td><td>48.6 kg/h</td></tr> <tr><td></td><td>측정시</td><td>88.8 kg/h</td></tr> <tr><td>Flow rate (kg/h)</td><td>500 kg/h</td><td></td></tr> <tr><td>압력 강하 (kgf/g)</td><td>0.184 kgf/cm²</td><td></td></tr> <tr><td>배관내 속도</td><td>16.282 m/s</td><td></td></tr> </tbody> </table>		증기 주관 계산			압력			배관압	증기 무중		Pressure	7.500 kgf/cm ² g		배관 직경 (mm)	80 mm	sch 40	배관 길이	100 m		배관 상태			대기 온도	10 °C		대기 풍속	4 m/s		스팀 온도	172 °C		온도차	162 °C		유속수 측정량	예질시	48.6 kg/h		측정시	88.8 kg/h	Flow rate (kg/h)	500 kg/h		압력 강하 (kgf/g)	0.184 kgf/cm ²		배관내 속도	16.282 m/s	
증기 주관 계산																																																																																																				
압력																																																																																																				
배관압	증기 무중																																																																																																			
Pressure	7.500 kgf/cm ² g																																																																																																			
배관 직경 (mm)	80 mm	sch 40																																																																																																		
배관 길이	100 m																																																																																																			
배관 상태																																																																																																				
대기 온도	0 °C																																																																																																			
대기 풍속	4 m/s																																																																																																			
스팀 온도	172 °C																																																																																																			
온도차	162 °C																																																																																																			
유속수 측정량	예질시	48.6 kg/h																																																																																																		
	측정시	8.6 kg/h																																																																																																		
Flow rate (kg/h)	500 kg/h																																																																																																			
압력 강하 (kgf/g)	0.184 kgf/cm ²																																																																																																			
배관내 속도	16.282 m/s																																																																																																			
증기 주관 계산																																																																																																				
압력																																																																																																				
배관압	증기 무중																																																																																																			
Pressure	7.500 kgf/cm ² g																																																																																																			
배관 직경 (mm)	80 mm	sch 40																																																																																																		
배관 길이	100 m																																																																																																			
배관 상태																																																																																																				
대기 온도	10 °C																																																																																																			
대기 풍속	4 m/s																																																																																																			
스팀 온도	172 °C																																																																																																			
온도차	162 °C																																																																																																			
유속수 측정량	예질시	48.6 kg/h																																																																																																		
	측정시	88.8 kg/h																																																																																																		
Flow rate (kg/h)	500 kg/h																																																																																																			
압력 강하 (kgf/g)	0.184 kgf/cm ²																																																																																																			
배관내 속도	16.282 m/s																																																																																																			
	보온 개선 전		보온 개선 80% 개선 후																																																																																																	
연간 기대효과	에너지원 (LNG_Nm ³)	17,101	에너지 절감량 (GJ)	746																																																																																																
	온실가스 절감량 (tCO ₂ eq/년)	38	절감금액 (천원)	9,864																																																																																																
투자비 (천원)	10,000	투자회수기간(년)	1.0																																																																																																	